

mgr Anna Berger



Wpływ stylu życia na parametry męskiego nasienia

**Rozprawa na stopień naukowy doktora nauk medycznych
i nauk o zdrowiu w dyscyplinie nauki medyczne**

Kolegium Nauk Medycznych
Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

Promotor: **prof. dr hab. Piotr Jędrzejczak**

Pracownia Andrologii
Klinika Niepłodności i Endokrynologii Rozrodu
Ginekologiczno-Położniczy Szpital Kliniczny
Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego
w Poznaniu

Poznań, 2021

Pragnę wyrazić szczególne słowa podziękowania
mojemu Promotorowi i Mentorowi
prof. dr hab. Piotrowi Jędrzejczakowi
za wsparcie merytoryczne, zaangażowanie,
inspirujące dyskusje, zaufanie i pomoc
w realizowaniu planów naukowych.

Chciałabym również podziękować
dr hab. Mirosławowi Andrusiewiczowi
za życzliwość i cenne wskazówki dotyczące
metodyki analiz statystycznych.

Dziękuje **koleżankom i kolegom**
z pracy za wyrozumiałość.

Dziękuje również moim **Bliskim i Przyjaciołom**
za okazane wsparcie.

Spis treści

Wykaz skrótów stosowanych w pracy	5
1. Wstęp	7
1.1. Wprowadzenie	9
1.1.1. Męska komórka rozrodcza i jej udział w zapłodnieniu	9
1.2. Niepłodność – sytuacja epidemiologiczna na świecie i w Polsce	10
1.2.1. Definicje niepłodności	11
1.2.2. Niepłodność męska	11
1.2.3. Przyczyny niepłodności męskiej	12
1.2.4. Zagrożenie męskiej płodności	14
1.2.5. Metody wspomagane gozrodu	15
1.3. Styl życia w aspekcie niepłodności męskiej – stan wiedzy o wpływie wybranych czynników	15
1.3.1. Nikotynizm	16
1.3.2. Masa ciała	17
1.3.3. Nawyki żywieniowe	19
1.3.3.1. Spożycie słodzonych napojów gazowanych	21
1.3.3.2. Stosowanie odżywek białkowych	21
1.3.4. Aktywność fizyczna	22
1.3.5. Nałogowe picie alkoholu	23
1.3.6. Korzystanie z urządzeń mobilnych	24
1.3.7. Postawy mężczyzn wobec problemu płodności	26
1.4. Badanie nasienia – seminogram	26
1.4.1. Dolna granica wartości referencyjnych parametrów nasienia	26
1.4.2. Rekomendacje i interpretacja seminogramu	28
1.4.3. Wartość predykcyjna	30
1.4.4. Dodatkowe testy wykonywane w nasieniu męskim	31
1.5. Podsumowanie	32
2. Cel pracy	33
3. Materiał i metody badań	34
3.1. Rekrutacja mężczyzn do badań	34
3.1.1. Kryteria wykluczenia	34
3.2. Badania ankietowe i wywiad medyczny	35
3.3. Analizy seminologiczne	39
3.3.1. Ocena objętości ejakulatu	40
3.3.2. Ocena liczby plemników (koncentracja i całkowita liczba plemników)	40

3.3.3. Ocena ruchliwości plemników	40
3.3.4. Ocena prawidłowej budowy morfologicznej plemników	41
3.4. Kryteria wyodrębnienia grup badawczych	41
3.5. Analiza statystyczna	42
4. Wyniki	44
4.1. Charakterystyka socjodemograficzna	44
4.2. Parametry nasienia	44
4.3. Charakterystyka antropometryczna	45
4.3.1. Wiek	45
4.3.2. BMI	47
4.4. Charakterystyka stylu życia w całej grupie	48
4.5. Ocena zależności wybranych czynników na parametry seminologiczne	50
4.5.1. Nikotynizm	50
4.5.2. Konsumpcja alkoholu	52
4.5.3. Aktywność fizyczna rekreacyjna	55
4.5.4. Jakość diety	58
4.5.4.1. Słodzone napoje gazowane	61
4.5.5. Stosowanie odżywek białkowych	64
4.5.6. Korzystanie z urządzeń mobilnych	64
4.5.6.1. Przechowywanie telefonu komórkowego w przedniej kieszeni spodni	64
4.5.6.2. Korzystanie z laptopów umieszczonych na kolanach	65
4.6. Korelacje parametrów nasienia ze zmiennymi dotyczącymi stylu życia	65
4.7. Wyniki analizy wieloczynnikowej	68
4.7.1. Regresja wieloraka wsteczna – dobór zmiennych	68
5. Dyskusja	73
6. Wnioski	90
7. Streszczenie	91
8. Abstract	96
9. Piśmiennictwo	101
10. Spis rycin i tabel	126
10.1. Spis rycin	126
10.2. Spis tabel	127
10.3. Spis tabel wynikowych z Aneksu	128
11. Aneks	130
11.1. Tabele wynikowe	130
Załącznik nr 1 – ZGODA KOMISJI BIOETYCZNEJ	141
Załącznik nr 2 - WZÓR ANKIETY	142

Wykaz skrótów stosowanych w pracy

Skrót	rozwińnięcie po angielsku	rozwińnięcie po polsku
A	<i>asthenozoospermia</i>	astenozoospermia
AHEI	<i>Alternative to Healthy Eating Index</i>	alternatywny wskaźnik zdrowego odżywiania
aMED	<i>The Alternate Mediterranean diet</i>	alternatywna dieta śródziemnomorska
ANOVA	<i>one-way analysis of variance</i>	jednoczynnikowa analiza wariancji
ART	<i>assisted reproductive technology</i>	technika wspomaganego rozrodu
ASRM	<i>American Society for Reproductive Medicine</i>	Amerykańskie Towarzystwo Medycyny Rozrodu
AZF	<i>azoospermia factor</i>	czynnik azoospermii (ulożony na długim ramieniu chromosomu Y)
BCAA	<i>branched-chain amino acid</i>	aminokwasy rozgałęzione
BMI	<i>body mass index</i>	wskaźnik masy ciała
CASA	<i>computer-assisted sperm analysis</i>	system komputerowo wspomaganego analizy nasienia
CBAVD	<i>congenital bilateral aplasia of vas deferens</i>	wrodzony obustronny brak nasieniowodów
CI	<i>Confidence Interval</i>	przedział ufności
CFTR	<i>cystic fibrosis transmembrane conductance regulator</i>	gen odpowiedzialny za regulację przewodnictwa przez błonowy w zwłóknieniu torbielowatym
DASH	<i>Dietary Approach to Stop Hypertension</i>	dieta o działaniu hipotensyjnym
DNA	<i>deoxyribonucleic acid</i>	kwas dezoksyrybonukleinowy
EAU	<i>European Association of Urology</i>	Europejskie Towarzystwo Urologiczne
EDC	<i>endocrine disrupting chemicals</i>	związki chemiczne endokrynnie czynne
ESHRE	<i>European Society of Human Reproduction and Embryology</i>	Europejskie Towarzystwo Rozrodu Człowieka i Embriologii
FSH	<i>follicle-stimulating hormone</i>	hormon folikulotropowy (folikulotropina)
GnRH	<i>gonadotropin releasing hormone</i>	gonadoliberyna
GSM	<i>Global System for Mobile Communications</i>	sieć komórkowa drugiej generacji
HIV	<i>human immunodeficiency virus</i>	ludzki wirus niedoboru odporności
ICD	<i>International Classification Of Diseases</i>	Międzynarodowa Klasyfikacja Chorób i Problemów Zdrowotnych
ICSI	<i>intracytoplasmic sperm injection</i>	docytoplazmatyczne wstrzyknięcie plemnika
IVF	<i>in vitro fertilization</i>	zapłodnienie techniką <i>in vitro</i>
IPAQ	<i>International Physical Activity Questionnaire</i>	Międzynarodowy Kwestionariusz Aktywności Fizycznej
JSA		jednostka standardowa alkoholu
KIDL		Krajowa Izba Diagnostów Laboratoryjnych
LH	<i>luteinizing hormone</i>	hormon luteotropowy
Maks.	<i>maximum</i>	największa wartość analizowanej cechy
Me	<i>median</i>	mediana
Min	<i>minimum</i>	najmniejsza wartość analizowanej cechy
MET	<i>Metabolic Equivalent of Task</i>	ekwiwalent metaboliczny
N		liczności
ns	<i>not significant</i>	nieistotne statystycznie
O	<i>oligozoospermia</i>	oligozoospermia
OAT	<i>oligoasthenoteratozoospermia</i>	oligoasthenoteratozoospermia
OR	<i>odds ratio</i>	iloraz szans
p	<i>p-value</i>	poziom istotności

Skrót	rozwiniecie po angielsku	rozwiniecie po polsku
PEM		promieniowanie elektromagnetyczne
p-HDI	<i>pro-Healthy-Diet-Index</i>	indeks prozdrowotnej diety
PTA		Polskie Towarzystwo Andrologiczne
PRL	<i>prolactin</i>	prolaktyna
PTMRiE		Polskie Towarzystwo Medycyny Rozrodu i Embriologii
RFT	<i>reactive oxygen species</i>	reaktywne form tlenu
RN	NPM – non-progressive motility	ruch niepostępowy plemników
RP	PM – progressive motility	ruch postępowy plemników
ROS	Reactive Oxygen Species	reaktywne formy tlenu
SD	standard deviations	odchylenie standardowe
SHBG	<i>sex hormone binding globulin</i>	globulina wiążące hormony płciowe
T	<i>teratozoospermia</i>	teratozoospermia
TDS	Testicular Dysgenesis Syndrome	„zespół dysgenezy jąder”
WHO	<i>World Health Organization</i>	Światowa Organizacja Zdrowia

1. Wstęp

Na całym świecie obserwowany jest wzrost liczby par leczących się z powodu niepłodności (1-4). Trend ten spowodował, że zdrowie reprodukcyjne staje się ważną kwestią nie tylko z punktu widzenia klinicznego, ale także demograficznego, społecznego i psychologicznego (5,6).

Ze względu na duży zasięg problemu niepłodności, została ona uznana przez Światową Organizację Zdrowia (ang. WHO, *World Health Organization*) za chorobę społeczną o kodach Międzynarodowej Klasyfikacji Chorób i Problemów Zdrowotnych (ang. ICD-10, *International Classification Of Diseases*): N46 — niepłodność męska, N97 — niepłodność żeńska (7).

Brak potomstwa w około 40-60% przypadków jest częściowo lub w całości przypisywany czynnikowi męskiemu, którego znaczenie ciągle rośnie (4,5,8). Męski czynnik niepłodności związany jest głównie z obniżoną liczbą męskich komórek rozrodczych (oligozoospermia) lub całkowitym ich brakiem (azoospermia), obniżoną ruchliwością (astenozoospermia), nieprawidłową budową morfologiczną plemników (teratozoospermia) lub znacznie zmniejszoną objętością nasienia (parvispermia).

Liczne badania wykazują obniżenie jakości męskiego nasienia w wielu regionach geograficznych (9-18). Wzrost częstości występowania obniżonej liczby plemników u młodych mężczyzn w Europie jest obecnie powodem do niepokoju, zwłaszcza, gdy rozpatruje się ją w połączeniu z coraz późniejszym wiekiem podejmowania decyzji o rodzicielstwie (19).

Światowa Organizacja Zdrowia w 2010 roku sklasyfikowała dolne wartości referencyjne parametrów nasienia określające szanse na zapłodnienie (20). Wartości te wynoszą: koncentracja plemników ≥ 15 mln/ml; całkowita ruchliwość $\geq 40\%$; ruchliwość progresywna $\geq 32\%$; całkowita liczba plemników ≥ 39 mln; prawidłowa budowa morfologiczna $\geq 4\%$; objętość ejakulatu $\geq 1,5$ ml (21).

Istnieje coraz więcej dowodów na związek między środowiskiem zewnętrznym, stylem życia, ogólnym zdrowiem mężczyzn a niską jakością nasienia (11,22-28).

Istotne wydaje się, zarówno z punktu widzenia zdrowia klinicznego jak i publicznego, odkrycie predyktorów niskiej jakości nasienia, zwłaszcza tych, które mogą podlegać modyfikacjom. Wśród potencjalnych zagrożeń dla zdrowia reprodukcyjnego najczęściej wskazywane jest: stosowanie używek (nadmierne spożywanie alkoholu,

nikotynizm), złe nawyki żywieniowe, stres, brak aktywności fizycznej, nadmierna masa ciała, intensywne korzystanie z nowoczesnego sprzętu elektronicznego, wspomina się również o wpływie odżywek dla sportowców (10,25,29–31).

Rozpoznanie, które z czynników mają mniejszy lub większy wpływ na wystąpienie nieprawidłowości nasienia, pozwoliłoby na zwiększenie świadomości roli codziennych przyzwyczajeń, spędzania wolnego czasu, kondycji fizycznej na płodność mężczyzn i być może odwrócenie rosnącego trendu leczenia niepłodności poprzez kosztowne interwencje medyczne.

Publikowane są doniesienia oceniające wiedzę na temat wpływu czynników stylu życia i postawę mężczyzn w wieku prokreacyjnym (32,33). Niewiele jest natomiast prac kliniczno-kontrolnych oceniających zależność kilku czynników stylu życia na jakość nasienia. Ponadto dane na ten temat są niejednoznaczne, często sprzeczne, uwzględniające małe populacje badawcze. Najczęściej szeroko opisywane są związki jednego czynnika z pojedynczym parametrem opisującym jakość nasienia (głównie liczba plemników i/lub odsetek plemników o ruchu postępowym i/lub odsetek gamet morfologicznie prawidłowych) (34). Istnieje potrzeba zbadania współdziałania różnych czynników stylu życia i ich wpływu na parametry nasienia. Wydaje się, że prawdopodobne niewielkie efekty kilku różnych czynników mogą w połączeniu wywołać bardziej negatywne skutki dla męskiej płodności.

Prezentowana praca ma celu określenie związku między stylem życia a wynikami seminogramu wśród mężczyzn zgłaszających się na badanie seminologiczne w ośrodku leczenia niepłodności i udzielenie odpowiedzi na pytanie czy typowe, współwystępujące czynniki stylu życia mogą ujawnić nieprawidłowości w parametrach nasienia. Analizowano pojedyncze cechy jakości nasienia, ale również, z uwagi na większe znaczenie kliniczne przy interpretacji wyników, badano połączone cechy i wyrażone w liczbach całkowitych. Według niektórych autorów ocena kombinacji kilku parametrów jakości ejakulatu jest lepszym predyktorem przewidywania płodności niż pojedynczy parametr (35–37).

W badaniu przedstawiono zmienne z obszaru modyfikowalnych czynników stylu życia wpływających na jakość nasienia oraz wskazano siłę i kierunki wpływu tych czynników na wielkość badanych parametrów nasienia. Zbadano związki pojedynczych, niezależnych składowych oraz podjęto próbę oceny wpływu ich współdziałania na jakość gamet męskich. Oprócz rozpowszechnionych czynników, takich jak: nikotynizm, spożywanie alkoholu, nawyki żywieniowe i stan odżywiania, aktywność fizyczna, opisywanych w innych

opracowaniach, analizowano również dotychczas rzadko badane czynniki: spożywanie słodzonych napojów gazowanych i odżywek dla sportowców oraz noszenie telefonu komórkowego i korzystanie z laptopów w bezpośrednim sąsiedztwie jąder.

Podjęcie tego tematu może stanowić krok w zapobieganiu pogarszającej się jakości nasienia, ponieważ czynniki stylu życia mogą być modyfikowalne na poziomie indywidualnym (38,39). Wyniki pracy mogą stanowić walory poznawcze i mieć praktyczne zastosowanie w kształtowaniu wiedzy i postaw dotyczących wyborów stylu życia mężczyzn pragnących posiadać potomstwo.

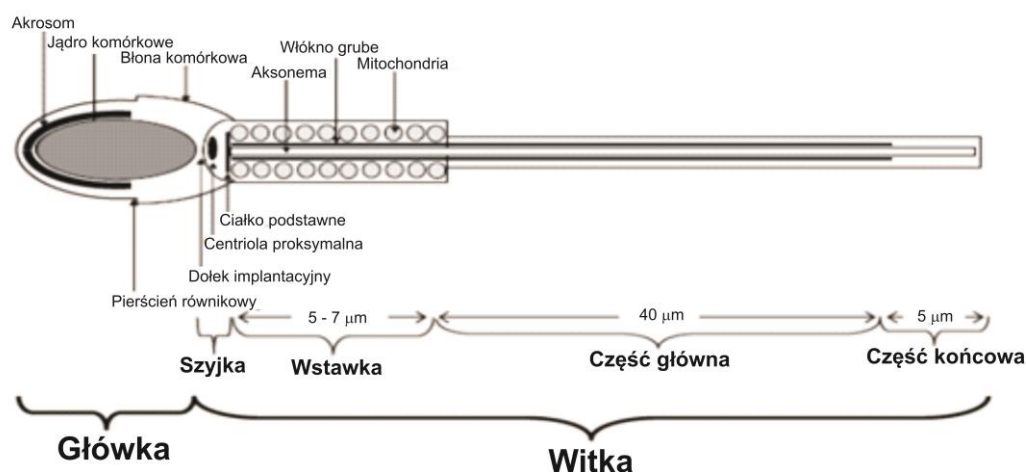
1.1. Wprowadzenie

1.1.1. Męska komórka rozrodcza i jej udział w zapłodnieniu

U podstaw płodności mężczyzny leży prawidłowe ilościowe i jakościowe wykształcenie gamet — plemników. Zanim dojdzie do ich połączenia z komórką jajową musi zostać spełnionych wiele warunków (40).

Spermatogeneza jest procesem powstawania plemników w kanalikach nasiennych w jądrach oraz ich dojrzewania. Cykl przekształcenia pierwotnych komórek rozrodczych (spermatogonii) do dojrzałych plemników trwa przeciętnie około 74 dni. W tym czasie mogą one być narażone na działanie wielu endogennych i egzogennych czynników zaburzających ich powstawanie i dojrzewanie (19).

Dojrzały prawidłowy plemnik ma długość około 60 μm i składa się z główki oraz wtyki. W wtyce można wyróżnić: szyjkę, wstawkę (część pośrednią), część główną i część końcową (Ryc. 1).



Ryc. 1. Budowa plemnika (41).

Gametę męską cechuje wiele funkcji: ruchliwość, sekrecja i w szczególności fuzja

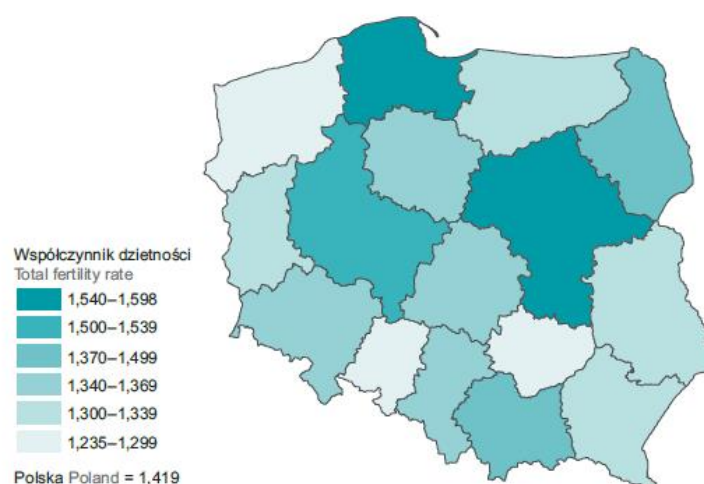
z komórką jajową celem zapłodnienia. Organelle komórkowe plemnika są znacznie zredukowane pod względem ilości w porównaniu do komórek somatycznych. Należą do nich: akrosom, mitochondria i elementy cytoszkieletu umożliwiające poruszanie się gamet. Zawartość akrosomu bierze udział w reakcji akrosomalnej warunkującej fuzję gamety męskiej z żeńską. Mitochondria pełnią kluczową rolę w produkcji energii niezbędnej do prawidłowego poruszania się gamety, skoncentrowane są w okolicy wstawki. Prawidłowe funkcjonowanie mitochondriów zapewniające ruchliwość komórek jest konieczne dla pełnionej przez plemnik funkcji zapładniającej (37). Oddziaływanie gamet jest skomplikowaną reakcją, w którą zaangażowanych jest wiele czynników i mechanizmów. Na każdym etapie zapłodnienia, tj. podczas kapacytacji plemników, reakcji akrosomalnej, rozpoznania gamet, penetracji osłonki przejrzystej, fuzji gamet czy blokady polispermii, może się zdarzyć reakcja nefizjologiczna, która może stać się przyczyną niemożności poczęcia dziecka (42).

1.2. Niepłodność – sytuacja epidemiologiczna na świecie i w Polsce

Zjawisko niepłodności nasila się od kilkadziesiąt lat, będąc prawdopodobnie naturalną konsekwencją zmian współczesnego świata. W krajach wysoko rozwiniętych częstość niezamierzonej bezdzietności jest szacowana na 10 - 16% populacji w wieku rozrodczym (43). W Polsce, pomimo braku dokładnych badań populacyjnych, odsetek ten jest podobny, a wielkość populacji dotkniętej problemem niepłodności sięga około 1,2 - 1,3 mln par (44).

Niepłodność – ze względu na swoją skalę i konsekwencje społeczne – ma znaczenie nie tylko w odniesieniu do zdrowia i emocjonalnego obciążenia starających się o ciążę par. Stanowi również istotny czynnik wpływający na stan demograficzny (45). Tendencje spadkowe współczynników dzietności w wielu krajach uprzemysłowionych są obecnie tak dramatyczne, iż zasługują na znacznie więcej uwagi (46,47). W 2019 roku wskaźnik dzietności w Polsce wynosił tylko 1,4 (Ryc. 2). Jak szacują eksperci, by móc mówić o zastępowalności pokoleń powinien on wynosić średnio 2,1-2,15 (48).

DZIETNOŚĆ KOBIEŃ W 2019 R.
TOTAL FERTILITY RATE IN 2019



Ryc. 2. Współczynnik dzietności w Polsce w 2019 roku (48).

1.2.1. Definicje niepłodności

Według Światowej Organizacji Zdrowia określenia niepłodności małżeńskiej lub partnerskiej używa się w odniesieniu do aktywnie seksualnej pary (współżycie płciowe od 2 do 4 razy w tygodniu), która w ciągu 12 miesięcy nie uzyskuje spontanicznej ciąży, bez stosowania antykoncepcji (49,50). W praktyce klinicznej ta definicja jest najczęściej stosowana z myślą o wczesnym wykrywaniu i leczeniu niepłodności (43). Warto też odróżnić termin niepłodność od bezpłodności. Ten ostatni jest stanem nieodwracalnym, czyli trwałą niezdolnością do spłodzenia potomstwa na przykład z powodu braku jajników lub jąder. W przypadku niepowodzenia z uzyskaniem ciąży możemy mieć do czynienia z problemem bezpłodności bezwzględnej – para nigdy nie będzie mogła bez pomocy medycznej mieć dziecka – lub z obniżeniem płodności, czyli taką sytuacją, w której prawdopodobieństwo zajęcia partnerki w ciążę jest niższe w porównaniu ze średnią w populacji (subpłodność) (51).

Niezamierzona bezdzietność jest problemem dotyczącym partnerów niezależnie od tego czy problem zdrowotny jest po stronie jednego lub obojga z nich. Dotyczyć ona może tylko kobiet, wtedy mówimy o niepłodności żeńskiej lub tylko mężczyzn – niepłodność męska. Jeżeli problem dotyczy obojga partnerów nazywamy ją niepłodnością partnerską (52).

1.2.2. Niepłodność męska

Niepłodność w około 40-60% przypadków jest częściowo lub w całości przypisywana czynnikowi męskiemu (4). U około 10-20 % współlistnieje z czynnikiem

żeńskim.

Dokładna epidemiologia zaburzeń płodności nie jest dobrze poznana z kilku powodów. Niepłodność męska nie jest chorobą podlegającą rejestrowaniu, często jest leczona ambulatoryjnie. W badaniach epidemiologicznych badane są heterogenne populacje (ochotnicy, pacjenci ośrodków leczenia niepłodności, anonimowi dawcy męskich komórek rozrodczych) o różnych rasach i położeniu geograficznym (53).

1.2.3. Przyczyny niepłodności męskiej

Bez wątpienia od XX wiek wzrasta poziom wiedzy na temat uwarunkowań niepłodności i możliwości jej leczenia, ale nadal rozpoznanie przyczyn niepłodności męskiej obecnie dostępnymi metodami diagnostycznymi jest możliwe u około 56-85% mężczyzn (54). Niepłodność męska może być wrodzona lub nabyta. Przyczyny męskiej niepłodności klasycznie dzieli się na: przedjądrowe, jądrowe i pozajądrowe (54). Główną przyczyną przedjądrowej niepłodności męskiej są zaburzenia podwzgórza lub przysadki doprowadzające do obniżenia stężenia gonadotropin (hipogonadyzm hipogonadotropowy). Przyczyny jądrowe związane są z uszkodzeniem struktury i/lub czynności jądra, do których dochodzi między innymi w następstwie wnetrostwa, żylaków powrózka nasiennego, stanów zapalnych, nowotworów i chemioterapii (hipogonadyzm hipergonadotropowy). Pozajądrowe przyczyny są związane z zaburzeniami transportu plemników przez drogi wyprowadzające oraz brakiem zdolności do zapłodnienia komórki jajowej (55).

Według rekomendacji Europejskiego Towarzystwa Urologicznego (ang. *EAU, European Association of Urology*) płodność mężczyzn może być osłabiona w wyniku:

- wrodzonych lub nabytych nieprawidłowości układu moczowo-płciowego;
- nowotworów złośliwych;
- infekcji dróg moczowo-płciowych;
- podwyższonej temperatury moszny (np. w następstwie żylaków powrózka nasiennego);
- zaburzeń endokrynologicznych;
- nieprawidłowości genetycznych;
- czynników immunologicznych (56) .

W Tab. 1 podsumowano główne czynniki związane z niepłodnością męską.

Tab. 1. Przyczyny męskiej niepłodności i czynniki z nią związane oraz ich procentowy rozkład u 10 469 pacjentów (56)

Diagnoza	Pacjenci nieselekcjonowani (N = 12 945)	Pacjenci z azoospermią (N = 1 446)
Wszyscy	100	11,2
Niepłodność z powodu znanej (możliwej) przyczyny	42,6	42,6
niezstąpione jądra	8,4	17,2
żyłaki powrózka nasiennego	14,8	10,9
przeciwciała przeciwplemnikowe	3,9	–
guz jądra	1,2	2,8
Inne	5,0	1,2
Niepłodność idiopatyczna	30,0	13,3
Hipogonadyzm	10,1	16,4
zespół Klinefeltera 47,XXY	2,6	13,7
męczyzna 46,XX	0,1	0,6
pierwotny hipogonadyzm o nieznanym przyczynie	2,3	0,8
wtórny (hipogonadotropowy) hipogonadyzm	1,6	1,9
zespół Kallmanna	0,3	0,5
idiopatyczny hipogonadyzm hipogonadotropowy	0,4	0,4
skutek operacji przysadki	<0,1	0,3
inne	0,8	0,8
hipogonadyzm późny	2,2	–
konstytucjonalne opóźnienie dojrzewania płciowego	1,4	–
Choroby ogólne / układowe	2,2	0,5
Nowotwory złośliwe	7,8	12,5
guzy jądra	5,0	4,3
chłoniaki	1,5	4,6
białaczka	0,7	2,2
mięsaki	0,6	0,9
Zaburzenia erekcji/ejakulacji	2,4	–
Niedrożność dróg wyprowadzających plemniki	2,2	10,3
wazektomia	0,9	5,3
mukowiscydoza (CBAVD) ¹	0,5	3,0
inne	0,8	1,9

Legenda: ¹ - CBAVD -wrodzony obustronny brak nasieniowodów, ang. *congenital bilateral absence of the vas deferens*

Według rekomendacji EAU z 2021 roku w 30% przypadków nie stwierdza się żadnego czynnika związanego z niepłodnością męską (idiopatyczna niepłodność męska). U tych mężczyzn najczęściej w wywiadzie nie występują choroby lub zdarzenia wpływające negatywnie na płodność, a wyniki badania fizykalnego, laboratoryjne badania endokrynologiczne, genetyczne i biochemiczne są prawidłowe. W seminogramie niekiedy może ujawnić się występowanie nieprawidłowości (56).

Udział w zaburzeniu męskiej płodności przypisuje się również czynnikom środowiskowym, takim jak podwyższona temperatura, promieniowanie

elektromagnetyczne, palenie tytoniu, nadużywanie alkoholu, przewlekły stres (57). Konsekwencją działania tych czynników może być stres oksydacyjny, który wynika z zachwiania równowagi między wytwarzaniem tzw. reaktywnych form tlenu (RFT) a działaniem ochronnym systemu antyoksydacyjnego odpowiedzialnego za neutralizowanie i usuwanie RFT, powodując w efekcie gorszą jakość nasienia — zmniejszoną liczbę plemników, obniżoną ruchliwość i nieprawidłowości budowy morfologicznej, co utrudnia zapłodnienie (58).

1.2.4. Zagrożenie męskiej płodności

Niepokojąca wydaje się tendencja przesuwania się przyczyny braku potomstwa w kierunku czynnika męskiego (4). Na uwagę zasługuje także światowy trend zmniejszania się liczby plemników u mężczyzn. W 1992 roku Carlsen i wsp. przeprowadzili metaanalizę 61 doniesień, w której wykazali spadek średniej koncentracji plemników z 113 mln/ml w 1940 roku do 66 mln/ml w 1990 roku, co odpowiada spadkowi o około 1% rocznie, a przeciętna objętość nasienia zmniejszyła się z 3,40 ml do 2,75 ml (9). W 2017 roku opublikowano obszerną metaanalizę (185 badań), obejmującą ponad 40 000 mężczyzn z krajów rozwiniętych, w której wykazano, że liczba plemników, czyli głównego czynnika determinującego jakość nasienia, zmniejszyła się w latach 1973–2011 o 50–60% (18).

Przyjmuje się, iż udział czynnika męskiego u par może osiągnąć aż 60% (59). Wyraźny wzrost problemów związanych z męskim układem rozrodczym udokumentowano w wielu krajach (60). Problemy te obejmują rosnącą liczbę zachorowań na raka jąder i niezstąpienie jąder oraz wyraźnie niższą liczbę plemników u niektórych młodych mężczyzn w porównaniu do pokolenia ich ojców. Skakkebaek i wsp. opublikowali szczegółowe informacje na temat nowego zespołu określanego jako „zespół dysgenezy jądrowej” (ang. *TDS; Testicular Dysgenesis Syndrome*) opierając się na przekonaniu, że jądro może być wrażliwe na substancje chemiczne występujące w środowisku i żywności, co prowadzi do zwiększonego ryzyka raka lub obniżonej płodności. Co ważne, zaproponowana teoria nie była związana z ekspozycją w życiu dorosłym, a raczej ekspozycją w życiu prenatalnym (60).

Coraz powszechniej postuluje się wpływie związków chemicznych endokrynnie czynnych (ang. *EDC, endocrine disrupting chemicals*) na męski układ rozrodczy, które występują powszechnie w środowisku, pożywieniu, wodzie, powietrzu, plastikowych opakowaniach, kosmetykach, środkach ochrony roślin (11).

1.2.5. Metody wspomaganego rozrodu

W wielu przypadkach, gdy nie udaje się określić przyczyny obniżonej płodności, a leczenie farmakologiczne jest nieskuteczne, wdrażane są u pary metody wspomaganego rozrodu (ang. ART; *assisted reproductive technologies*). Rozwój techniki zapłodnienia pozaustrojowego (ang. IVF, *in vitro fertilization*), a zwłaszcza metoda docytoplazmatycznego wstrzyknięcia plemnika (ang. ICSI, *intracytoplasmic sperm injection*) zwiększa możliwość terapii niepłodnej pary, szczególnie w przypadku wystąpienia czynnika męskiego (61).

Odnotowuje się rosnący trend w dostępności metod wspomaganego rozrodu w większości krajów (5). Jak wynika z ostatniego raportu Europejskiego Programu Monitorowania IVF (ang. EIM, *European IVF Monitoring*) w latach 2013-2016 przeprowadzono w Polsce 106 718 procedur zapłodnienia pozaustrojowego, w tym 60 440 stanowiło ICSI (62).

W latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych XX wieku problem męskiej płodności został przyćmiony przez znaczny postęp metod wspomaganego rozrodu, zwłaszcza ICSI. Metoda ICSI jest obecnie najczęściej stosowaną technologią wspomaganego rozrodu, stanowiącą 70-80% wykonanych procedur zapłodnienia pozaustrojowego (63).

1.3. Styl życia w aspekcie niepłodności męskiej – stan wiedzy o wpływie wybranych czynników

Zgodnie ze stanowiskiem Światowej Organizacji Zdrowia styl życia w znacznym stopniu determinuje stan zdrowia człowieka (64). W uświadomieniu sobie wzajemnego oddziaływania stanu zdrowia i stylu życia pomocna może być koncepcja sformułowana przez Marca Lalonde'a, ministra zdrowia i opieki społecznej Kanady. W 1974 r. opublikowano jego raport, w którym zostały wyodrębnione grupy czynników warunkujących zdrowie, tzw. pola zdrowia (65). Determinują je różne czynniki: genetyczne i dziedziczne (ok. 15%), medycyna kliniczna i opieka zdrowotna (ok. 10%), środowisko (ok. 20%) oraz styl życia (ok. 53%). W zakresie trzech pierwszych, człowiek ma niewielkie możliwości korekty, natomiast styl życia niemal wyłącznie zależy od niego. Koncepcję Lalonde'a można również odnieść do problemu płodności mężczyzn, gdyż wśród czynników warunkujących zdrowie prokreacyjne znajdują się zarówno te niemodyfikowalne (np. zaburzenia genetyczne), jak i modyfikowalne (związane ze stylem życia). Poznanie tych czynników i ich eliminacja lub ograniczenie oddziaływania może być elementem skutecznej prewencji niepłodności (65).

1.3.1. Nikotynizm

Jak wynika z raportu Głównego Inspektoratu Sanitarnego z 2019 roku „Postawy Polaków wobec palenia” do nałogu przyznaje się jedna piąta Polaków. Badania pokazują, że nałogowymi palaczami częściej są mężczyźni niż kobiety (24% wobec 18%). Najwyższy odsetek palących mężczyzn obserwuje się wśród 40-latków (34%) (66). Nikotynizm jest istotnym czynnikiem problemów zdrowotnych, wśród których wymienia się negatywny wpływ na układ rozrodczy i zaburzenia płodności u mężczyzn (67-71). Zaleca się, aby mężczyźni z par starających się o ciążę powstrzymali się od nałogu (35).

Nikotynizm jest najczęściej badanym czynnikiem, ale dziesiątki lat badań nie przyniosły ostatecznych dowodów na temat jego wpływu na płodność mężczyzn. W przeważającej mierze dowody wskazują na negatywny wpływ palenia na jakość nasienia (22,72,73).

W 2016 roku opublikowano metaanalizę dotyczącą wpływu palenia na jakość nasienia. Analiza, która obejmowała 20 badań i nieco ponad 5 000 mężczyzn z całej Europy wykazała, że palenie było związane ze zmniejszoną liczbą plemników i zmniejszoną ich ruchliwością u niepłodnych mężczyzn w porównaniu do populacji ogólnej. Pogorszenie jakości nasienia było bardziej widoczne u osób palących umiarkowanie (10-20 papierosów dziennie) i nałogowo (powyżej 20 papierosów dziennie) (68).

Palenie wiąże się niekiedy z leukocytospermią, głównym endogennym źródłem reaktywnych form tlenu (RFT). Podwyższone poziomy RFT w nasieniu u palaczy narażają plemniki na stres oksydacyjny upośledzając ich funkcje i ostatecznie płodność mężczyzn (67,74). Niektóre badania wykazały, że plemniki palących mają zwiększoną fragmentację DNA, co może prowadzić do problemów z zapłodnieniem, implantacją, rozwojem zarodka i zwiększonym odsetkiem poronień (75).

W dużym badaniu przekrojowym obejmującym ogólnie zdrową populację Ramlau-Hansen i wsp. zaobserwowali istotne zmniejszenie koncentracji plemników, całkowitej liczby plemników i ruchliwości u palących. Wykazano, że spadek koncentracji zależny jest od ilości wypalanych papierosów (76) oraz, że rzucenie palenia poprawia parametry nasienia po pewnym czasie (77). Podobnie, jak w przypadku otyłości stwierdzono, że palenie tytoniu wiąże się ze zmianami stężenia hormonów płciowych poprzez wpływ na układ podwzgórze-przysadka-jądro, co może być źródłem zaburzeń spermatogenezy prowadząc do obniżenia jakości nasienia (76,78).

Co ciekawe, w niektórych badaniach nie udało się ustalić związku między paleniem papierosów i jego niekorzystnym wpływem na parametry nasienia.

Największym z nich było badanie kliniczno-kontrolne ponad 2000 Brytyjczyków leczonych z powodu niepłodności. Wyniki tych obserwacji sugerowały, że palenie nie było niezależnym czynnikiem ryzyka obniżenia koncentracji ruchliwych plemników i odsetka plemników o prawidłowej budowie morfologicznej (34,79). W badaniu przekrojowym z 2018 roku również nie wykazano negatywnego wpływu palenia na podstawowe parametry nasienia (80).

W niektórych pracach zaobserwowano niekorzystny wpływ papierosów elektronicznych na męską płodność. E-papierosy zazwyczaj zawierają glikol propylenowy (bezsmakowy, bezwonny, bezbarwny alkohol stosowany w środkach zapobiegających zamarzaniu), roślinną glicerynę, nikotynę, aromat spożywczy. Ich użycie jest powszechnie określane jako „waporyzacja” i jest ogólnie uważane za mniej szkodliwe niż tradycyjne palenie. Niemniej jednak badania na modelach zwierzęcych wykazują szkodliwy ich wpływ na spermatogenezę i wzrost stresu oksydacyjnego (81).

1.3.2. Masa ciała

W XXI wieku otyłość stała jest jednym z największych wyzwań dla zdrowia publicznego. Według Światowej Organizacji Zdrowia ponad 1,9 mld ludzi powyżej 18 roku życia ma nadwagę, a 650 mln jest otyłych (82). Nadmierna masa ciała może nie tylko wpływać negatywnie na kondycję i samopoczucie, ale również utrudnić mężczyznom poczęcie dziecka. Istnieje szereg badań, w których odnotowano negatywne związki między parametrami nasienia a otyłością (27,83–85).

Z kolei w dwóch metaanalizach ukazano sprzeczne dane (86,87). W metaanalizie przeprowadzonej przez McDonalda i wsp. w 31 badaniach nie znaleziono dowodów na związek między wskaźnikiem masy ciała (ang. *BMI*, *Body Mass Indeks*) a koncentracją plemników lub całkowitą liczbą plemników, chociaż istniały różnice w stężeniu testosteronu i globuliny wiążącej hormony płciowe (ang. *SHBG*, *sex hormone binding globulin*) (86). W drugiej metaanalizie wykazano, iż nadwaga i otyłość były powiązane ze zwiększoną częstością występowania azoospermii i oligozoospermii (87).

Wyniki badań z angielskiego ośrodka nie udowodniły wpływu BMI na koncentrację ruchliwych plemników (79) i odsetek plemników o prawidłowej morfologii (34). W nieco mniejszym badaniu (2110 mężczyzn) przeanalizowano wpływ BMI na jakość nasienia i stężenia hormonów płciowych. Nie znaleziono żadnego istotnego związku między BMI a jakością nasienia, zaobserwowano natomiast negatywny wpływ patologicznego BMI na stężenie testosteronu, lutropiny, a także prolaktyny (88).

Amerykańskie Towarzystwo Medycyny Rozrodu (ang. ASRM, *American Society for Reproductive Medicine*) w 2015 r. wydało opinię, że otyłość u mężczyzn może być związana z zaburzeniami funkcji rozrodczych (89). Ponadto mężczyźni ze zbyt niskim indeksem BMI mogą mieć również obniżone parametry nasienia w porównaniu do mężczyzn o prawidłowym indeksie masy ciała (28,90,91).

Sugeruje się, że wpływ nadmiernej masy ciała na jakość nasienia można wyjaśnić zmianami w osi podwzgórze-przysadka-gonady, podwyższoną temperaturą moszny wynikającą z odkładania się tkanki tłuszczowej w jamie brzusznej i mosźnie lub nagromadzeniem rozpuszczalnych w tłuszczach substancji zaburzających gospodarkę hormonalną (tzn. *endocrine disruptors*) w tkance tłuszczowej (87). Możliwe jest jednak, że za związek ten mogą również odpowiadać inne zaburzenia metaboliczne występujące w otyłości, takie jak zaburzone wydzielanie adipokin, insulinooporność i nasilone ogólnoustrojowe zapalenie (92–94).

Wpływ utraty wagi na parametry nasienia rzadko były badane. W dwóch badaniach obejmujących 43 i 200 mężczyzn, zaobserwowano poprawę parametrów nasienia po utracie masy ciała (95,96). W niedawno opublikowanym badaniu wykazano poprawę integralności DNA plemników po utracie masy ciała u 126 otyłych mężczyzn (97). Trudno jest stwierdzić, czy obserwowana poprawa jakości nasienia jest związana z utratą masy ciała jako taką, czy z innymi z czynnikami, takimi jak zmiana diety, zwiększenie wysiłku fizycznego lub poprawa profilu metabolicznego (98).

Odkrycia naukowców z Chin sugerują, że przewlekły stan zapalny w męskich narządach rozrodczych wyjaśnia związek między otyłością i obniżoną płodnością. Autorzy porównali poziom markerów stanu zapalnego w obrębie narządów płciowych samców myszy o masie ciała w normie oraz gryzoni karmionych dietą wysokotłuszczową. Stwierdzono u otyłych myszy zmiany strukturalne w jądrach i obniżenie stężenia testosteronu. Zespół zaobserwował także wzrost stężenia białek zapalnych w jądrach u otyłych gryzoni. Obejmowały one białka, które mogą wpływać na funkcje plemników oraz te, które mogą wpływać na komórki w jądrach uczestniczących w produkcji nasienia (99).

Liczne badania potwierdzają szkodliwy wpływ otyłości na wiele aspektów zdrowia, ale istnieją sprzeczne dowody co do potencjalnego wpływu na funkcje rozrodcze. Mężczyźni zgłaszający się celem diagnostyki płodności powinni jednak otrzymać poradę dotyczącą strategii odchudzania, gdy ich BMI i obwód talii wskazują na otyłość, a zwłaszcza otyłość olbrzymią (35).

Problem wpływu otyłości na płodność żeńską jest szeroko badany i komentowany w literaturze. Otyłość, jako potencjalna przyczyna niepłodności męskiej, pozostaje w sferze zdecydowanie mniejszego zainteresowania, nawet w obliczu faktu wzrostu występowania otyłości wśród niepłodnych mężczyzn na przestrzeni ostatnich kilkudziesięciu lat (100).

1.3.3. Nawyki żywieniowe

Zachowania i zwyczaje żywieniowe mają wpływ nie tylko na jakość życia, ale w dużym stopniu determinują stan zdrowia fizycznego. Nieprawidłowe odżywianie jest rozważane przez kilku autorów jako główny czynnik zaburzeń płodności (26,101,102). Podczas korzystania z wizyt przedkoncepcyjnych par niewielką uwagę zwraca się na zachowania żywieniowe, zwłaszcza u mężczyzn (103).

W literaturze badania oceniające związek między dietą, a jakością nasienia można podzielić na prace oceniające wpływ pojedynczych składników pokarmowych, suplementów diety i antyoksydantów, określonych grup produktów lub wzorców żywieniowych (104).

Wyniki prac opublikowanych w ciągu ostatnich lat wykazały, że żywność obfitująca w składniki takie jak: kwasy tłuszczowe omega-3, antyoksydanty (β -karoten, witamina C i E, selen, cynk, likopen, kryptoksantina), witaminy (witamina D i kwas foliowy) oraz jednocześnie niska podaż nasyconych kwasów tłuszczowych i izomerów trans kwasów tłuszczowych korzystnie wpływały na parametry męskiego nasienia (102,105,106). Liczne przeprowadzone dotychczas badania potwierdzają, że dieta bogata w świeże ryby, owoce morza, chudy drób, produkty zbożowe z pełnego przemiału, warzywa i owoce, niskotłuszczowe mleko i produkty mleczne wiąże się z poprawą jakości nasienia, natomiast regularna, wysoka konsumpcja przetworzonego czerwonego mięsa, ziemniaków w postaci frytek, pełnotłustego mleka i jego przetworów, wyrobów seropodobnych, napojów słodzonych cukrem i/lub syropem glukozowo-fruktozowym oraz słodczy ma negatywny wpływ na męską płodność (107–109). W metaanalizie, uwzględniającej 15 randomizowanych kontrolowanych badań klinicznych odnotowano także korzystny wpływ suplementacji koenzymem Q10 i/lub L-karnityną na liczbę, ruchliwość oraz budowę morfologiczną plemników (105).

Badanie wpływu wzorców żywieniowych może być bardziej przydatne do przewidywania czynników ryzyka, niż poszczególnych składników odżywczych lub żywności (110). Wyniki badań sugerują, że przestrzeganie przez mężczyzn zdrowej diety

może poprawić jakość nasienia i wskaźniki płodności (111). Metaanaliza badań obserwacyjnych, które przeprowadzono w ostatnim czasie wykazała, że osoby w najmniejszym stopniu przestrzegające zdrowych wzorców żywieniowych miały znacznie niższą koncentrację plemników (112).

Na zachowanie prawidłowych funkcji rozrodczych pozytywny wpływ wydaje się mieć „dieta śródziemnomorska” (113–116). Charakteryzuje się ona wysokim spożyciem warzyw i owoców, ryb, owoców morza, chudego mięsa, zbóż, nabiału o średniej zawartości tłuszczu, olejów roślinnych, a także warzyw strączkowych, orzechów i nasion (117).

Podobnie w krajach innych niż śródziemnomorskie tak zwana dieta „rozważna” lub „prozdrowotna”, obejmująca wysokie spożycie owoców, warzyw, roślin strączkowych, ryb i produktów pełnoziarnistych związana jest z lepszą jakością nasienia niż dieta tak zwana „zachodnia” bogata w czerwone i przetworzone mięso, rafinowane zboża, wysokoenergetyczne napoje i słodczyce (108,118–122). Częste spożywanie owoców morza, drobiu, produktów pełnoziarnistych, owoców i warzyw wiązało się z lepszymi parametrami nasienia w prowadzonych w szerokim zakresie badaniach w Ameryce Północnej, Europie, Bliskim Wschodzie i Azji Wschodniej (108,111,118–121,123).

Efrat i wsp. w dużym badaniu przekrojowym daje dodatkowy wgląd do tego obszaru badań poprzez zbadanie związku między czterema zdefiniowanymi wzorcami żywieniowymi: alternatywną dietą śródziemnomorską (ang. *aMED*, *alternate Mediterranean Diet score*), dietą działającą hipotensyjnie (ang. *DASH*, *Dietary Approach to Stop Hypertension*), indeksem zdrowego jedzenia (ang. *HEI*, *Healthy Eating Index*) i alternatywnym indeksem zdrowego jedzenia (ang. *a-HEI*, *alternate Healthy Eating Index*) w odniesieniu do poprawy parametrów jakości nasienia (124). W publikacji Danielewicz i wsp. wykazano, iż silniejsze przestrzeganie diety DASH wiązało się z większą całkowitą liczbą i koncentracją plemników (125).

W niektórych publikacjach wykazano, że produkty sojowe są odwrotnie skorelowane z jakością nasienia badanych (126), chociaż spożycie soi u mężczyzn nie było związane z wynikami zapłodnienia pozaustrojowego (127).

Badanie nad wpływem sposobu żywienia na płodność mężczyzn jest złożonym procesem i wciąż nie zostało w pełni wyjaśnione. Zarówno niedobory jak i nadmiar niektórych składników pokarmowych mogą zaburzać funkcje układu rozrodczego.

1.3.3.1. Spożycie słodzonych napojów gazowanych

Wysokie spożycie słodzonych napojów gazowanych najczęściej łączone jest z ryzykiem otyłości ze względu na wysoką zawartość cukrów prostych (128). W Polsce ich spożycie wynosi średnio 43 ml/osobę/dzień. W największych ilościach spożywają je nastolatki i młodzi mężczyźni. Składniki zawarte w napojach (substancje aromatyczne, barwniki, kwasy i substancje konserwujące) mogą wpływać na zdrowie, zwiększając ryzyko wielu chorób lub zaburzeń funkcjonowania organizmu (128). W niewielu jednak pracach bezpośrednio analizowano związek między konsumpcją słodzonych napojów gazowanych a płodnością.

W badaniu wśród chińskich studentów wykazano związek między spożyciem napojów gazowanych a obniżoną jakością nasienia (129). W pracy duńskich autorów wyniki badania sugerują się, że regularne picie dużej ilości napoju typu cola może obniżyć liczbę plemników o prawie 30 procent (24). W jednym z badań wykazano, iż spożywanie dziennie jednego lub więcej napojów słodzonych cukrem przez kogośkolwiek z partnerów wiąże się ze zmniejszeniem szans na poczęcie dziecka (130).

W niedawnym przeglądzie obejmującym 19 967 mężczyzn wykazano, iż w większości badań na parametry nasienia negatywnie wpływały napoje typu cola i napoje bezalkoholowe zawierające kofeinę, ale nie dotyczyło to spożycia kofeiny z kawy, herbaty i napojów kakaowych. Spożycie kofeiny może upośledzać funkcje rozrodcze u mężczyzn, prawdopodobnie poprzez uszkodzenie DNA plemników (131). Wyniki badań na gryzoniach również wykazały, iż słodkie napoje negatywnie wpływają na płodność (132).

Istniejąca literatura dotycząca ludzi jest ograniczona, stąd potrzebne są dalsze badania, aby określić, jak spożycie słodkich napojów może wpływać na płodność u mężczyzn.

1.3.3.2. Stosowanie odżywek białkowych

Wśród osób uprawiających sport rośnie popularność stosowania odżywek białkowych i/lub aminokwasowych w celu zwiększenia masy mięśniowej. Według rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady Europejskiej produkty odżywcze dla sportowców, w tym odżywki białkowe od 2016 r. zostały uregulowane jako żywność (133). Produkty te są wymienione jako suplementy diety, a nie wyroby medyczne, a co za tym idzie mogą zawierać nieznane składniki, szczególnie nabywane za pośrednictwem

alternatywnych, nieuregulowanych kanałów dystrybucji (134).

Dotychczas nie wykazano istotnych zmian parametrów nasienia u młodych mężczyzn uprawiających sport i stosujących odżywkę z białka serwatkowego (135). W przypadku stosowania odżywek zawierających aminokwasy rozgałęzione (ang. BCAA, *branched-chain amino acids*) wykazano, że zarówno wysiłek anaerobowy, jak i suplementacja niewielkich dawek BCAA (wraz z aktywnością fizyczną o umiarkowanym charakterze) istotnie wpłynęły na wzrost stężenia testosteronu oraz ruchliwość plemników u myszy (136). Podczas gdy, dieta bogata w białko i uboga w węglowodany okazała się korzystnie wpływać na rozrodczość zwierząt, ze względu na niewystarczającą ilość badań w kwestii odżywek białkowych, nie można jednoznacznie określić, który składnik powoduje zmiany jakości nasienia u mężczyzn (137).

Wzrost spożycia białkowych suplementów diety w Polsce sprawił, że z punktu widzenia bezpieczeństwa zdrowotnego konsumentów istotnego znaczenia nabiera obecność potencjalnych mikrozanieczyszczeń, które w warunkach narażenia przewlekłego mogą stanowić czynnik ryzyka zdrowia (138). Dlatego bardzo ważne jest, aby zawsze zachować ostrożność w czasie przyjmowania tych produktów zwłaszcza wśród osób starających się o potomstwo.

1.3.4. Aktywność fizyczna

W najnowszych rekomendacjach WHO z 2020 roku dotyczących aktywności fizycznej zawarto przesłanie, że każda aktywność fizyczna jest lepsza niż żadna oraz, że zwiększenie aktywności fizycznej jest niezbędne dla uzyskania optymalnych wyników zdrowotnych. Zgodnie z nowymi rekomendacjami dorośli (18-64 lata) powinni wykonywać aktywność fizyczną przez 150–300 minut tygodniowo o umiarkowanej intensywności lub 75–150 minut o dużej intensywności (139). Badania wskazują, że umiarkowany wysiłek fizyczny pozwala nie tylko zachować dobrą kondycję, ale także zapobiegać otyłości, chorobom krążenia, rozładować stres oraz regulować poziom glukozy we krwi (140).

Publikacje opisujące związek między aktywnością fizyczną a jakością nasienia dostarczają niespójnych wyników (141). Niektóre badania obserwacyjne podkreślają znaczenie umiarkowanej aktywności fizycznej na płodność u mężczyzn (142,143). Niedawno, w badaniu kliniczno-kontrolnym z udziałem 302 mężczyzn i kobiet, zaobserwowano, że brak aktywności fizycznej był skorelowany z niepłodnością u mężczyzn (144). Wykazano, że ćwiczenia fizyczne w procesie odchudzania u otyłych mężczyzn odgrywają korzystną rolę w poprawie parametrów nasienia (95). Istnieją obawy, że mężczyźni, którzy wykonują

bardzo forsowne ćwiczenia fizyczne mogą mieć gorszą jakość nasienia poprzez ogólny stres dla organizmu, podwyższoną temperaturę moszny, zaburzenia równowagi hormonalnej i stres oksydacyjny (145).

Z drugiej strony, inne badania sugerują brak związku między aktywnością fizyczną a jakością nasienia (146). Należy podkreślić, że także rodzaj sportu jest ważny dla zdrowia reprodukcyjnego mężczyzn (147).

Ciekawe wyniki uzyskano w dużym badaniu kohortowym dotyczącym wpływu rodzaju aktywności fizycznej, jej intensywności i długości treningów na parametry nasienia. Interesującym wydaje się fakt, że istotne obniżenie koncentracji i ruchliwości plemników wykazano tylko w grupie mężczyzn jeżdżących na rowerze dłużej niż 5 godzin tygodniowo (148).

1.3.5. Nałogowe picie alkoholu

W ostatnim raporcie Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) wykazano, iż w 2016 roku konsumpcja czystego alkoholu w Polsce na osobę w populacji powyżej 15 roku życia wyniosła 11,6 litra, co w porównaniu z rokiem 2010 oznacza wzrost o 0,2 litra (149).

Stwierdzono, iż niskie i umiarkowane spożycie alkoholu nie ma szkodliwego wpływu na płodność mężczyzn (150–152), dlatego częściej omawia się niekorzystne skutki spożywania alkoholu związane z nadmiernym jego spożyciem.

Wydaje się, że działanie alkoholu na męski układ rozrodczy występuje na wszystkich poziomach osi podwzgórze-przysadka-gonady, zakłócając produkcję gonadoliberyny, folikulotropiny, hormonu luteotropowego i testosteronu, a także upośledza funkcje komórek Leydiga i Sertoliego. W rezultacie może dojść do upośledzenia wytwarzania i dojrzewania plemników (153). Istnieją silne dowody na upośledzenie spermatogenezy, zmniejszenie liczby plemników i stężenia testosteronu u nałogowych alkoholików (154).

Przeprowadzone badania wskazują, iż zmiany w stężeniach hormonów i parametrach seminologicznych mogą zachodzić w zależności od ilości spożywanego alkoholu. Ukazuje to wynik przekrojowego badania, w którym oceniano korelację między dawkami alkoholu spożywanymi w tygodniu poprzedzającym badanie a cechami nasienia. Nie wykazano zmian w parametrach nasienia, natomiast stwierdzono związek dawki alkoholu ze stężeniem testosteronu w surowicy krwi. Przy spożyciu powyżej 20 jednostek standardowych alkoholu tygodniowo stężenie testosteronu było zdecydowanie wyższe niż przy spożyciu 1–10 jednostek (155). Dawki powyżej 80 g alkoholu dziennie,

określone jako duże spożycie, mogą powodować zahamowanie procesu spermatogenezy oraz obniżenie stężenia testosteronu (156). Uważa się, że nałogowe picie alkoholu powoduje stres oksydacyjny w ejakulacie na skutek obniżenia aktywności czynników antyoksydacyjnych (157). Obecnie istnieje wiele dowodów, iż stres oksydacyjny może być jednym z głównych czynników prowadzących do niepłodności u mężczyzn (58,158). Pozwala to wnioskować, iż alkohol, jako induktor stresu oksydacyjnego, wpływa na męską płodność.

Można przypuszczać, że czasowa abstynencja od alkoholu ma istotny wpływ na powrót do normy parametrów nasienia. Świadczyć o tym mogą wyniki sześcioletniej obserwacji parametrów nasienia pacjenta płci męskiej podczas ciężkiego, długotrwałego nadużywania alkoholu i po zaprzestaniu. W tym badaniu zaobserwowano postępujące obniżenie parametrów nasienia. Początkowo były to zmiany w budowie morfologicznej plemników, następnie obniżenie liczby plemników oraz ruchliwości i żywotności. Ostatecznie stwierdzono azoospermie. Po trzech miesiącach abstynencji od alkoholu parametry nasienia uległy normalizacji (159).

Nałogowe spożywanie alkoholu wśród mężczyzn – poprzez indukowanie zmian hormonalnych - jest jednym z czynników ryzyka wystąpienia dysfunkcji seksualnych, związanych ze zwiększoną impotencją i spadkiem libido, czyli czynnikami, które bezpośrednio wiążą się ze zdolnością do rozrodu (160). Nadmierne spożycie alkoholu, może przyczyniać się do uszkodzenia czynności plemnikotwórczej pośrednio przez zaburzanie czynności innych organów, w tym wątroby (161).

W metaanalizie z 2017 roku wykazano negatywny wpływ spożycia alkoholu na objętość nasienia i budowę morfologiczną plemników, nie zaobserwowano jednak negatywnych skutków w przypadku sporadycznego spożywania alkoholu (162). Istnieją również badania w których nie znaleziono żadnego związku między spożyciem alkoholu i jakością nasienia (34,79,80). Ponadto należy pamiętać, że chociaż samo spożycie alkoholu i palenie papierosów nie zawsze wpływało na parametry nasienia, oba nawyki łącznie wydają się wywierać efekt addytywny, który może niekorzystnie wpływać na parametry nasienia (151).

1.3.6. Korzystanie z urządzeń mobilnych

Szybki postęp technologiczny powodujący emisję promieniowania elektromagnetycznego o różnej częstotliwości może oddziaływać na człowieka zarówno biologicznie, jak i genetycznie (163). Badania wpływu fal elektromagnetycznych

emitowanych przez telefony komórkowe na zwierzętach wzbudziły niepokój i zrodziły potrzebę badań nad bezpieczeństwem korzystania z nowoczesnych technologii (164). Obecnie z telefonów komórkowych korzysta więcej niż 92% Polaków (165). Oddziaływanie pola elektromagnetycznego (PEM) na męski układ rozrodczy może dotyczyć efektu termicznego, generowanego stresu oksydacyjnego, zmian struktury białek i wywoływania zmian w transporcie jonów przez błony komórkowe (166). Rozmiary telefonów komórkowych, laptopów i ich funkcjonalność (podstawowy sposób kontaktu, narzędzie pracy, rozrywki) sprawiły, że są one noszone blisko ciała przez wiele godzin dziennie, a ponadto mieszczą się w kieszeni spodni lub w przypadku laptopów – umieszczone są bezpośrednio na kolanach. Stwierdzono, iż ekspozycja na pole elektromagnetyczne emitowane przez telefon komórkowy może mieć negatywny wpływ na ruchliwość plemników i ich żywotność (167), przy czym autorzy wiążą obniżenie jakości nasienia ze wzrostem temperatury spowodowanym nagrzewającym się telefonem, a nie z bezpośredniego działania PEM na jądra.

Badania dotyczące ekspozycji mężczyzn na fale emitowane przez telefony komórkowe zapoczątkowali niezależnie Wdowiak i wsp. oraz Fejes i wsp. (164,168). Wyniki badań wykazały wzrost odsetka plemników nieprawidłowych morfologicznie oraz obniżenie odsetka plemników o ruchu postępowym nasilający się z czasem ekspozycji na telefon (164). Długotrwale korzystanie z telefonów komórkowych może mieć negatywny wpływ na ruchliwość plemników (168). Radwan i wsp. zaobserwowali istotny wpływ promieniowania z telefonu komórkowego na uszkodzenia DNA plemników (169). Agarwal i wsp. oraz De Iuliis i wsp. wykazali, że fale emitowane przez telefony komórkowe powodują generowanie reaktywnych form tlenu, co może prowadzić do występowania stresu oksydacyjnego w plemnikach oraz nasilania fragmentacji DNA plemników (170,171). Podobne wyniki badań uzyskał później Liu i wsp. badając mysie plemniki (172). W badaniach Lewis i wsp. nie wykazali mocnych dowodów na związek między używaniem telefonu komórkowego a jakością nasienia (173).

Przyczyną "przegrzewania" jąder mogą być również laptopy. Niektóre z badań ukazują obniżenie parametrów nasienia u mężczyzn, którzy używają tych urządzeń bezpośrednio na kolanach (174,175). Dotychczasowe doniesienia literaturowe na temat wpływu fal elektromagnetycznych na męskie komórki rozrodcze są jednak rozbieżne (176). Dynamiczny rozwój zaawansowanych technologii może powodować brak szczegółowej weryfikacji wpływu na organizm ludzki i bezpieczeństwo dla zdrowia,

w tym zdrowia prokreacyjnego. Z tego powodu pytanie o potencjalne problemy z płodnością, które mogą być związane z oddziaływaniem promieniowania elektromagnetycznego z nowoczesnych urządzeń mobilnych wydaje się uzasadnione.

1.3.7. Postawy mężczyzn wobec problemu płodności

Problem płodności przez wiele lat był traktowany jednostronnie, a sama diagnostyka dotyczyła głównie kobiet. Protokół diagnostyczny niepłodności powinien obejmować oboje partnerów. Potwierdzenie udziału czynnika męskiego pozwala czasem uniknąć kosztownej i niekiedy trudniejszej diagnostyki u partnerki oraz optymalizować czas terapii. Diagnozowanie i przedłużanie leczenia tylko jednego z partnerów określane jest w piśmiennictwie jako „kradzież” czasu reprodukcyjnego kobiety (52). Rekomendacje Polskiego Towarzystwa Medycyny Rozrodu i Embriologii (PTMRiE) zalecają diagnozować niepłodność u kobiet po 35. roku życia – po 6. miesiącach, zaś u pacjentek po 40. roku życia – nawet bezpośrednio po zadeklarowaniu planów prokreacyjnych (177).

Mężczyźni trudniej akceptują fakt występowania u siebie problemów z płodnością. Postawy mężczyzn zazwyczaj są dość sceptyczne – często trwają oni w przekonaniu, iż brak potomstwa leży po stronie partnerki (52). Wielu mężczyzn uważa, że o płodności decyduje sprawność seksualna i jakość współżycia.

Jak wynika z badania zrealizowanego na rzecz kampanii „Płodny Polak” jednym z głównych problemów w wykrywaniu męskiej niepłodności jest niechęć mężczyzn do badania nasienia. Ponad 90% Polaków w wieku reprodukcyjnym nie wykonywało nigdy badania nasienia, co wskazuje, że mężczyźni mają niską świadomość roli badania nasienia. Większość mężczyzn kojarzy to badanie ze stresującym doświadczeniem. Za główne przyczyny unikania badania podaje się skrupowanie przed wizytą i oddaniem nasienia w laboratorium oraz trudność w dostarczeniu próbki nasienia w czasie 60 minut od pobrania.

1.4. Badanie nasienia – seminogram

1.4.1. Dolna granica wartości referencyjnych parametrów nasienia

Światowa Organizacja Zdrowia (ang. WHO, *World Health Organization*) wydała w 1980 roku pierwszy podręcznik, w którym autorzy opisali standardowe procedury badania nasienia oraz podali wartości referencyjne. Podręcznik ten był kilkakrotnie aktualizowany w 1987, 1992, 1999 i 2010 roku. Przez prawie 20 lat obowiązywały właściwie niezmiennie „normy” dotyczące liczby i ruchliwości plemników. Zmianom

ulegała wartość odsetkowa plemników o prawidłowej budowie morfologicznej – z 30% do 14% w 1999 roku. Wytyczne pochodzące z 2010 roku wprowadziły wiele istotnych zmian w stosunku do wcześniejszych rekomendacji WHO, zarówno w zakresie wartości parametrów nasienia jak i sposobu przeprowadzania tego badania. Wyznaczono dolne wartości referencyjne dla poszczególnych parametrów i nie są to wartości „progowe”, które klasyfikują mężczyzn na płodnych i niepłodnych, a jedynie oznaczają statystyczną szansę na zapłodnienie (178). Porównanie dolnych granic wartości referencyjnych podawanych w ostatnich trzech wydaniach rekomendacji WHO podsumowano w Tab. 2.

Tab. 2. Porównanie dolnych granic wartości referencyjnych podawanych w ostatnich trzech wydaniach rekomendacji WHO

	rekomendacje z roku		
	1992	1999	2010
Objętość ejakulatu [ml]	≥ 2	≥ 2	≥ 1,5
Koncentracja plemników [mln/ ml]	≥ 20	≥ 20	≥ 15
Całkowita liczba plemników w ejakulacie [mln]	≥ 40	≥ 40	≥ 39
Ruchliwość plemników typu A+B [%] – ruch postępowy	>50	>50	≥ 32
Morfologia plemników – prawidłowe formy [%]	≥30	≥14	≥4

Dolne granice wartości referencyjnych WHO z 2010 roku, dla poszczególnych parametrów nasienia takich jak: objętość ejakulatu, koncentracja, całkowita liczba, ruchliwość, budowa morfologiczna, żywotność, zostały przygotowane na podstawie szeroko zakrojonych badań naukowych (21). Zbadano w nich nasienie od około 2 000 mężczyzn, których partnerki zaszły w ciążę w ciągu 12 miesięcy. Na podstawie wyników badań w tej grupie mężczyzn ustalono, iż dolną granicę wartości referencyjnych parametrów nasienia u płodnych mężczyzn jest piąty centyl w rozkładzie centylowym tych wyników. Określono jednostronny przedział wartości referencyjnych (dolny), ponieważ wysokie wartości parametrów nasienia nie mają klinicznych skutków (21). Wartości poniżej piątego centyla uznaje się za nieprawidłowe (Tab. 3).

Tab. 3. Dolne wartości referencyjne Światowej Organizacji Zdrowia (2010) dla parametrów nasienia ludzkiego (5. centyl i 95% przedział ufności)

Parametr	Dolna wartość referencyjna (zakres)
Objętość (ml)	1,5 (1,4–1,7)
Koncentracja (mln/ml)	15 (12–16)
Całkowita liczba plemników (mln/ejakulat)	39 (33–46)
Ruch postępowy (%)	32 (31–34)
Całkowita ruchliwość plemników (RP + RN)¹ (%)	40 (38–42)
Morfologia (formy prawidłowe) (%)	4 (3,0–5,0)

¹RP –ruch postępowy plemników, RN – ruch niepostępowy plemników

1.4.2. Rekomendacje i interpretacja seminogramu

Na podstawie wyników analizy nasienia podejmowane są decyzje dotyczące rozszerzonej diagnostyki i metod leczenia mężczyzny. Istotne jest, aby cały proces — od przygotowania pacjenta, warunków badania w laboratorium seminologicznym — do opracowania wyniku był wystandaryzowany (20,178,179).

Analiza podstawowych parametrów nasienia (seminogram) nadal pozostaje głównym narzędziem badania potencjału rozrodczego. Niezwykle ważne jest zrozumienie podstaw statystycznych, na których budowane są założenia dotyczące zakresów referencyjnych i granic odcięcia oraz znaczenie metod standaryzacyjnych i praktycznego szkolenia laboratoryjnego. Właściwe zrozumienie zmienności biologicznej i fizjologicznej jest również niezbędne do prawidłowej interpretacji wyników analizy nasienia (180). Chociaż na podstawie samego wyniku badania nie można rozpoznać podłoża całkowitej niepłodności, jest on dobrym predyktorem męskiej zdolności rozrodczej (36,37,181).

W analizie nasienia badane są: objętość ejakulatu, pH, lepkość (cm), aglutynacja, barwa, koncentracja plemników (mln/ml), całkowita liczba plemników w ejakulacie, wartości odsetkowe plemników o ruchu postępowym (ruch A i B), odsetek plemników poruszających się (ruch A, B i C) i bez ruchu (ruch D), odsetek plemników o prawidłowej budowie morfologicznej oraz żywych gamet. Dodatkowo oznacza się liczbę komórek peroksydazo-dodatnich (mln/ml), liczbę komórek „okrągłych” (mln/ml) (20,178).

Precyzyjny pomiar objętości jest konieczny do obliczenia całkowitej liczby plemników w ejakulacie. Objętość ejakulatu wyrażana jest w ml. Dolna wartość referencyjna wynosi 1,5 ml (5. centyl, 95% przedział ufności: 1,4–1,7 ml) (20,178).

Liczba plemników opisywana jest przez dwa parametry: koncentrację (liczba plemników wyrażona w milionach na mililitr ejakulatu) i całkowitą liczbę plemników wyrażoną w milionach w ejakulacie. Dolna wartość referencyjna dla koncentracji plemników wynosi 15 mln/ml (5. centyl, 95% przedział ufności: 12-16 mln/ml). Dolna wartość referencyjna dla całkowitej liczby plemników wynosi 39 mln/ejakulat (5. centyl, 95% przedział ufności: 33-46 mln/ejakulat).

Ruch plemników klasyfikuje się według następującej skali (20,178):

- ruch postępowy – plemniki poruszające się ruchem postępowym zarówno liniowym, jak i po dużym okręgu, bez względu na ich szybkość, (RP)
- ruch niepostępowy – plemniki poruszające się ruchem niepostępowym

(w miejscu i po małym okręgu), (RN)

- plemniki nieruchome.

Dolna wartość referencyjna dla odsetka plemników z ruchem postępowym (RP) wynosi 32% (5. centyl, 95% przedział ufności: 31-34%). Dolna wartość referencyjna dla odsetka plemników ruchliwych (całkowita ruchliwość plemników –RP+RN) wynosi 40% (5. centyl, 95% przedział ufności: 38-42%) (20,178).

Dolna wartość referencyjna dla odsetka plemników o prawidłowej budowie morfologicznej wynosi 4% (5. centyl, 95% przedział ufności: 3-5%) (20,178). Analiza prawidłowych morfologicznie gamet męskich jest istotnym elementem określenia potencjału płodności mężczyzny (20). Tylko plemniki „idealne” mogą przechodzić przez kwaśne środowisko pochwy, śluz szyjkowy i pokonać inne bariery w żeńskich drogach rodnych, aby zapłodnić komórkę jajową (79). Za plemniki o nieprawidłowej budowie uznaje się takie, które mają zaburzenia w obrębie główki, wstawki lub wtyki. Może wystąpić jeden lub kilka defektów jednocześnie. Kryteria oceny budowy plemnika zalecane przez WHO to tzw. kryteria Krugera (ang. *strict Krugers criteria*), które są bardzo restrykcyjne i traktują plemnika jako nieprawidłowego nawet przy obecności w nim pojedynczej anomalii.

Nomenklaturę zaburzeń parametrów nasienia podano w Tab. 4.

Tab. 4. Nazewnictwo zaburzeń parametrów nasienia

Określany parametr	Wyjaśnienie
Aspermia	brak nasienia (brak ejakulacji lub ejakulacja wsteczna)
Asthenozoospermia (A)	odsetek plemników z ruchem postępowym poniżej wartości referencyjnej
Asthenoteratozoospermia	odsetek plemników z ruchem postępowym i prawidłową morfologią poniżej wartości referencyjnej
Azoospermia	brak plemników w ejakulacie
Kryptozoospermia	brak plemników w preparatach bezpośrednich, ale stwierdzone po odwirowaniu ejakulatu
Hemospermia (hematospermia)	obecność erytrocytów w ejakulacie
Leukospermia (leukocytospermia, pyospermia)	obecność leukocytów w ejakulacie powyżej wartości granicznej
Nekrozoospermia	niski odsetek żywych plemników oraz wysoki plemników nieruchomych w ejakulacie
Normozoospermia	całkowita liczba plemników w ejakulacie oraz odsetek plemników z ruchem postępowym i prawidłową morfologią powyżej dolnych wartości referencyjnych
Oligoasthenozoospermia	całkowita liczba plemników w ejakulacie oraz odsetek plemników z ruchem postępowym poniżej dolnych wartości referencyjnych
Oligoasthenoteratozoospermia (OAT)	całkowita liczba plemników w ejakulacie oraz odsetek plemników z ruchem postępowym i prawidłową morfologią poniżej dolnych wartości referencyjnych
Oligoteratozoospermia	całkowita liczba plemników w ejakulacie oraz odsetek plemników z prawidłową morfologią poniżej dolnych wartości referencyjnych
Oligozoospermia (O)	całkowita liczba plemników w ejakulacie poniżej dolnych wartości referencyjnych

Określany parametr	Wyjaśnienie
Teratozoospermia (T)	odsetek plemników z prawidłową morfologią poniżej dolnych wartości referencyjnych
Parvispermia	objętość ejakulatu poniżej dolnych wartości referencyjnych

Dodatkowym sposobem dostarczenia informacji o jakości nasienia jest wykorzystanie całkowitych wartości bezwzględnych, przekładający wartości odsetkowe na faktyczną liczbę plemników ruchliwych i prawidłowych morfologicznie. Podejście takie pozwala między innymi na łatwiejsze porównywanie wyników, ponieważ wartości odsetkowe, przy różnicach w koncentracji czy liczbie plemników na ejakulat, nie zawsze odpowiadają potencjałowi płodności mężczyzny. Polegają one na obliczeniach matematycznych i wyliczaniu liczby bezwzględnej plemników prawidłowych przez mnożenie liczby plemników na ejakulat, odsetka plemników o prawidłowej ruchliwości oraz odsetka plemników o prawidłowej budowie morfologicznej. Rekomendacje PTA (Polskiego Towarzystwa Andrologicznego) i KIDL (Krajowej Izby Diagnostów Laboratoryjnych) z 2016 roku zalecają podawanie na wyniku seminogramu również wartości bezwzględnych (178). Według niektórych badaczy całkowita liczba prawidłowych plemników o ruchu postępowym jest lepszym sposobem klasyfikacji męskiego potencjału rozrodczego (182).

1.4.3. Wartość predykcyjna

Analiza nasienia jest od dziesięcioleci podstawową procedurą stosowaną w badaniu partnera płci męskiej wykorzystywaną do prognozowania zdolności do zapłodnienia (21). Zdolność do przewidywania na podstawie analizy nasienia może być jednak ograniczona poprzez nakładanie się parametrów nasienia wśród mężczyzn płodnych i subpłodnych (36).

W badaniach klinicznych wykazano również, że seminogram może nie odzwierciedlać zaburzeń funkcji plemników, a spontaniczne ciążę są możliwe u par, u których mężczyźni mają obniżone parametry nasienia (183).

Ocena jakościowa koncentruje się na morfologicznym wyglądzie i postępowej ruchliwości plemników. Każdy parametr może dać wgląd w różne aspekty spermatogenezy dostarczając wskazówek o wystąpieniu zaburzenia, na przykład całkowita liczba plemników ocenia ogólną spermatogenezę, podczas gdy budowa morfologiczna plemników ujawnia spermiogenezę, czyli proces różnicowania i przekształcania w dojrzałe plemniki (184).

Podczas gdy prawidłowe wyniki analizy nasienia najczęściej wykluczają

problemy z płodnością, nieprawidłowy semninogram jest natomiast zdecydowanie związany z obniżeniem męskiego potencjału zapładniającego (185). Spojrzenie na wszystkie wartości semninogramu w połączeniu, pozwala uzyskać najwięcej informacji i ma największą wartość predykcyjną (186).

1.4.4. Dodatkowe testy wykonywane w nasieniu męskim

Konwencjonalna analiza seminologiczna jest ciągle ważnym elementem diagnostyki płodności męskiej. Ma ona jednak ograniczone możliwości diagnostyczne, co uzasadnia wprowadzanie rozszerzonej diagnostyki oraz poszukiwanie nowych markerów płodności. Rozszerzona diagnostyka rekomendowana jest w zależności od sytuacji klinicznej pary i najczęściej dotyczy niepłodności idiopatycznej. Testami wykonywanymi u mężczyzn mogą być m.in.:

- test z kwasem hialuronowym oceniający dojrzałość plemników
- test na obecność przeciwciał przeciwplemnikowych,
- badania mikrobiologiczne, mające na celu wykrycie infekcji,
- ocenę fragmentacji DNA plemnikowego,
- ocenę stresu oksydacyjnego,
- testy oceniające akrosom i reakcję akrosomalną,
- analizę biochemiczną plazmy nasienia (187,188).

Niekiedy jednak stosowane testy, wykraczające poza podstawowe badanie, sprawiają trudności w interpretacji i służą do celów naukowych, a nie jako testy diagnostyczne ze względu na brak standaryzacji, walidacji, weryfikacje danego parametru różnymi metodami i brakiem wartości referencyjnych.

Wspomagana komputerowo analiza nasienia

Technologia wspomaganą komputerowo analizy nasienia (ang. *CASA, computer-assisted sperm analysis*), szeroko dostępna w Polsce, jest przydatnym narzędziem diagnostycznym. Może być wykorzystana do bardziej precyzyjnego określenia kinematyki plemników (189). System wymaga udziału przeszkolonego diagnosty. Pomimo dużej obiektywności jaką zapewnia CASA - istnieją pewne ograniczenia w ocenie liczby, ruchu czy struktur morfologicznych gamet męskich. Niekiedy istnieje potrzeba wykorzystania oby systemów manualnego i wspomaganego komputerowo jednocześnie.

1.5. Podsumowanie

Badania w zakresie zdrowia prokreacyjnego mężczyzn koncentrowały się dotychczas na kontroli urodzeń i planowaniu rodziny w krajach o niskim poziomie rozwoju społeczno-gospodarczego, antykoncepcji i chorobach przenoszonych drogą płciową, takich jak HIV (ludzki wirus niedoboru odporności ang. *human immunodeficiency virus*) (190). Niewiele uwagi poświęcano zaburzeniom zdrowia reprodukcyjnego u mężczyzn, które prowadzą do upośledzenia płodności. Zdrowie prokreacyjne mężczyzn ma do tej pory niski priorytet dla agencji rządowych w Europie. Doprowadziło to do dużej luki między badaniami naukowymi zajmującymi się tym tematem (190).

Czynniki stylu życia mogą stanowić ważny aspekt związany z prokreacją i wydaje się, że nadal pozostaje wiele do odkrycia. Wynika to z faktu, że bardzo trudno jest wyselekcjonować poszczególne zagrażające czynniki. Usystematyzowane wysiłki na rzecz wykrywania negatywnego wpływu stylu życia, środowiska i kondycji psychicznej na męską płodność mogą zapewnić większe szanse na naturalne poczęcie i zwiększone wskaźniki sukcesu dla ART. Wysokie uprzemysłowienie i rozwój cywilizacyjny powoduje, że pojawiają się nowe, niebadane do tej pory czynniki, które również stają się obiektem zainteresowania wśród badaczy. Rosnący odsetek par zgłaszających się do ośrodków leczenia zaburzeń płodności wymaga prowadzenia intensywnych badań zmierzających do wyjaśnienia przyczyn i przeciwdziałaniu kryzysowi rozrodczości.

Utylitarnym rezultatem podjętych badań ma być zwrócenie uwagi na korektę stylu życia w zakresie poprawy jakości nasienia, a uzyskane wyniki mogą mieć zastosowanie praktyczne w realizacji programów profilaktycznych w zakresie ograniczenia ekspozycji na czynniki szkodliwie wpływające na prokreację męską.

2. Cel pracy

Nadrzędnym celem pracy była analiza zależności pomiędzy powszechnie występującymi, modyfikowalnymi czynnikami związanymi ze stylem życia, a jakością męskiego nasienia.

Cel ten realizowano poprzez:

1. Ocenę, które z badanych modyfikowalnych zachowań mają istotny statystycznie wpływ na wystąpienie prawidłowych lub nieprawidłowych parametrów seminologicznych.
2. Określenie składowych stylu życia, które w powiązaniu ze sobą wpływają w największym stopniu na analizowane cechy nasienia u mężczyzn.

3. Materiał i metody badań

3.1. Rekrutacja mężczyzn do badań

Badaniami objęto 680 mężczyzn zgłaszających się od grudnia 2018 do lipca 2020 roku do Pracowni Andrologii Kliniki Niepłodności i Endokrynologii Rozrodu Ginekologiczno-Położniczego Szpitala Klinicznego w Poznaniu. Rekrutowano tylko mężczyzn zgłaszających się po raz pierwszy na badanie seminologiczne i nieposiadających wiedzy na temat jakości nasienia (brak wcześniejszych badań seminologicznych). Celem uzyskania jak najbardziej jednorodnej grupy rekrutowano tych osobników, którzy zachowali nie tylko rekomendowany czas abstynencji płciowej, od 2 do 7 dni, a najczęściej był to okres czterodniowy. W niniejszym badaniu nie analizowano danych dotyczących posiadania potomstwa u ankietowanych, dlatego mężczyźni z obniżoną jakością nasienia niekoniecznie byli nieplodni.

Na przeprowadzenie badań została wydana zgoda Komisji Bioetycznej przy Uniwersytecie Medycznym im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu - Uchwała nr 1268/18 z 6 grudnia 2018 roku (załącznik nr 1).

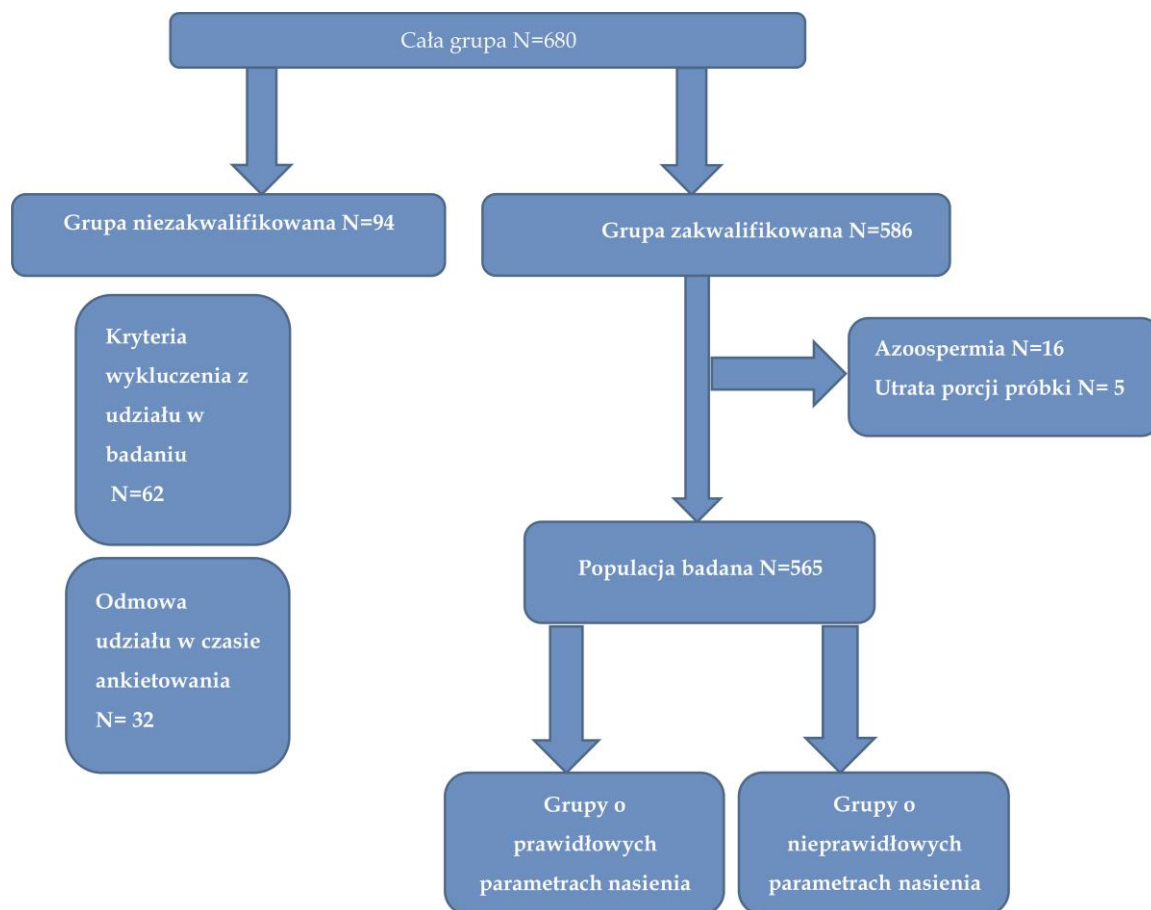
Każdy mężczyzna został poinformowany o celu badania i dobrowolności udziału, a wyrażenie zgody potwierdził własnoręcznym podpisem na „oświadczeniu zgody”. Nieliczni respondenci odmówili udziału w badaniach w trakcie ankietowania (N=32, 5%).

3.1.1. Kryteria wykluczenia

Z badania wykluczono pacjentów z wysoką gorączką ($\geq 38,5^{\circ}\text{C}$) w ciągu ostatnich trzech miesięcy przed badaniem (191,192) oraz, jeśli w wywiadzie zgłosili informacje o jakimkolwiek schorzeniu lub zabiegu, które mogły być powodem niepłodności: operacje układu moczowo-płciowego, uraz moszny, choroby genetyczne (mukowiscydoza, zespół Kartagenera), wnetrostwo, żylaki powrózka nasiennego, hipogonadyzm, uprzednio stosowana radioterapia lub chemioterapia, ekspozycja na diagnostyczne zdjęcia rentgenowskie miednicy męskiej, operacje przepukliny pachwinowej, podejrzenie infekcji dróg moczowo-płciowych, zapalenie przyusznic w wieku ≥ 13 lat, choroby przewlekłe lub leki o działaniu gonadotoksycznym, takie jak: leki psychotropowe (193,194), leki przeciwpadaczkowe (195) lub kardiologiczne (196) (N=52, 7,5%).

Badani osobnicy zostali też wykluczeni w przypadku nie uzyskania pełnych danych w kwestionariuszu, zgłosili stosowanie diet określanych jako diety lecznicze

(np. bezglutenowa) lub przyjmowali antyoksydanty (N= 10, 1,5%). Po wykonaniu analizy nasienia wykluczono także mężczyzn z azoospermią (N=16, 3%) i te osoby, które zgłosiły częściową utratę porcji próbki (N=5, 0,7%). Finalnie grupę badaną stanowiło 565 mężczyzn. Szczegółowy opis doboru próby zamieszczono na Ryc. 3.



Ryc. 3. Schemat doboru i liczebność próby.

3.2. Badania ankietowe i wywiad medyczny

Ocena stanu zdrowia i elementów stylu życia opierała się na metodzie ankietowej poprzez przeprowadzenie wywiadu bezpośredniego w pomieszczeniach zapewniających nieskrępowany i indywidualny kontakt z badaną osobą. Badania ankietowe i wywiad medyczny przeprowadzano przed otrzymaniem wyników seminogramu, aby wyeliminować stronniczość w czasie udzielania odpowiedzi u ankietowanych.

W analizie uwzględniono tylko te zachowania związane ze stylem życia, które mogą być uważane za nawykowe lub które wystąpiły u badanych w okresie minimum trzech miesięcy (lub dłużej) przed badaniem nasienia, ponieważ jest to przybliżony czas trwania spermatogenezy. Kwestionariusz ankietowy złożony był z pięciu części (załącznik nr 2).

Część pierwsza zawierała:

1. dane demograficzne (miejsce zamieszkania, wykształcenie, rodzaj wykonywanej

pracy)

2. dane antropometryczne (wiek, wzrost, masa ciała)

Do rozpoznawania nadwagi i otyłości wykorzystano wskaźnik masy ciała (ang. BMI, *Body Mass Index*), który definiowany jest jako stosunek masy ciała do kwadratu wysokości (kg/m²).

$$BMI = \frac{\text{masa ciała (kg)}}{\text{wzrost (m}^2\text{)}}$$

Interpretację wskaźnika BMI przedstawiono w Tab. 5.

Tab. 5. Interpretację wskaźnika BMI

Zakres wartości BMI	Interpretacja
poniżej 18,50	niedowaga
18,50 – 24,99	zakres normy
25,00 – 29,99	nadwaga
30,00 – 34,99	otyłość
powyżej 35,00	otyłość ciężka

Źródło: (197)

Część druga dotyczyła pytań o temat stanu zdrowia (wywiad medyczny) i wystąpienia znanych, potencjalnych czynników ryzyka obniżenia parametrów nasienia i czynników zakłócających na podstawie których wykluczono badanych.

Część trzecią stanowiła część B kwestionariusza KomPAN do oceny jakości diety. Wykorzystano wskaźnik diety prozdrowotnej (ang. *p-HDI-10*, *pro-Healthy-Diet-Index-10*), którego zakres tematyczny obejmował żywność o potencjalnie korzystnym wpływie na zdrowie. Indeks ten jest częścią składową Kwestionariusza do Badania Poglądów i Zwyczajów Żywnościowych, opracowanego przez Komitet Nauki o Żywieniu Człowieka Polskiej Akademii Nauk (198). Zestawienie składowych indeksu prozdrowotnej diety (pHDI-10) przedstawia Tab. 6.

Tab. 6. Zestawienie składowych indeksu prozdrowotnej diety (pHDI-10) o potencjalnie korzystnym wpływie na zdrowie w kwestionariuszu KomPAN

nr	Indeks prozdrowotnej diety (pHDI-10) i jego składowe w kwestionariuszu KomPAN
1	pieczywo razowe
2	kasza gryczana, płatki owsiane, makaron pełnoziarnisty lub inne kasze gruboziarniste
3	mleko (w tym mleko smakowe, kakao, kawa na mleku)
4	fermentowane napoje mleczne, np. jogurty, kefiry (naturalne lub smakowe)
5	sery twarogowe (w tym serki homogenizowane, desery twarogowe)
6	potrawy z tzw. mięsa białego, np. z kurczaka, indyka, królika
7	ryby
8	potrawy z nasion roślin strączkowych, np. fasoli, grochu, soi, soczewicy
9	owoce
10	warzywa

Indeks p-HDI-10 zapewnia podstawowy zakres oceny częstotliwości spożycia żywności i po przeliczeniu określa jakość diety w aspekcie natężenia cech prozdrowotnych. Badani mężczyźni deklarowali częstość spożycia poszczególnych produktów zawartych w tabeli 6. Przyjęto następujące kategorie częstości spożycia (rangi) i częstotliwości dziennej (krotność/dzień):

- nigdy – 0;
- 1-3 razy w miesiącu – 0,06;
- raz w tygodniu – 0,14;
- kilka razy w tygodniu – 0,5;
- raz dziennie – 1
- kilka razy dziennie – 2.

Następnie poszczególnym częstotliwością spożycia określonych grup żywności przypisano wartość punktową, co pozwoliło na sumaryczną ocenę jakości diety wyrażoną w skali 0-100 punktów. Im większa wartość indeksu, tym większe natężenie cech korzystnych (199). Sposób interpretacji Indeksu prozdrowotnej diety (pHDI-10) zamieszczony jest w Tab. 7.

Tab. 7. Proponowany sposób interpretacji „Indeksu prozdrowotnej diety” (pHDI-10)

Natężenie cech odżywiania	Zakres (krotność/ dzień)	Zakres (w punktach)
małe	0,00-6,66	1-33
umiarkowane	6,67-13,33	34-66
duże	13,34-20,00	67-100

Źródło: (199)

Część czwartą stanowiły pytania o aktywność fizyczną rekreacyjną oparte o długą wersję Międzynarodowego Kwestionariusza Aktywności Fizycznej (ang. IPAQ, *International Physical Activity Questionnaire*). Kwestionariusz jest przeznaczony dla osób w wieku 15–69 lat. W badaniu wykorzystano część czwartą dotyczącą pytań o aktywność fizyczną w czasie wolnym w ciągu ostatnich siedmiu dni poświęconą na sport, rekreację, ćwiczenia, rozrywkę i wypoczynek. Zalecenia w polskiej wersji w kwestionariusza IPAQ dotyczą danych z ostatniego tygodnia i przeprowadzenia w wyznaczonych miesiącach dlatego nie powinny być mierzone jako aktywność nawykową (200). Z tego powodu tą część kwestionariusza wzbogacono o pytania dotyczące uprawiania sportu minimum trzy miesiące przed badaniem, okres (w latach) oraz dyscyplinę sportową. Pod uwagę nie brano aktywności, które trwały jednorazowo mniej niż 10 minut (200).

Podczas analizy, każdy rodzaj wysiłku fizycznego wyrażano w jednostkach MET-minut/tydzień (ekwiwalent metaboliczny, ang. *MET, Metabolic Equivalent of Task*), mnożąc

współczynnik przypisany temu wysiłkowi przez liczbę dni jego wykonywania w tygodniu oraz czas trwania w minutach na dzień. Poprzez wartość równoważnika metabolicznego można określić intensywność aktywności fizycznej przedstawiając ją jako wielokrotność jednego MET. Jeden MET oznacza spoczynkowy wydatek energetyczny przy założeniu zużycia tlenu 3,5 ml/min/kg masy ciała. Liczba MET oznacza ile razy więcej energii jest zużywane podczas wykonywania wysiłku w porównaniu z energią wydatkowaną w czasie spoczynku (200).

Zebrane dane o tygodniowej aktywności fizycznej przeliczono według ściśle określonego schematu na jednostki MET, który dostarczył pomiaru poziomu intensywności wysiłku (201). Dla przykładu dla osób, które wykonywały wysiłki intensywne przez 3 dni w tygodniu, przeciętnie przez 30 minut, całkowita wartość MET-minut/tydzień = $8,0 \times 3 \times 30 = 720$.

Wydzielono trzy kategorie (poziomy) intensywności wysiłku:

- mały (<600 MET-min/tydzień),
- umiarkowany (600-3000 MET-min/tydzień),
- duży (> 3000 MET-min/tydzień) (200).

Część piątą stanowił kwestionariusz ankiety własnej konstrukcji, w którym zbierano informacje na temat wybranych czynników stylu życia.

Nikotynizm

Nałóg palenia badano w skali wielodzielnej, gdzie wyróżniono osoby niepalące, czynnych palaczy i byłych palaczy, a także brano pod uwagę liczbę lat palenia, gdzie dokonano klasyfikacji: do 5 lat, >5-10 i więcej niż 10 lat. Czynni palacze zgłaszali liczbę wypalanych codziennie papierosów. W analizie nie uwzględniono rodzaju wypalanych papierosów.

Konsumpcja alkoholu

Konsumpcję napojów alkoholowych analizowano w skali binarnej: tak/nie oraz rodzajów spożywanego alkoholu oraz takie zmienne, jak częstotliwość konsumpcji poszczególnych rodzajów alkoholu.

W badanej grupie zastosowano przelicznik pozwalający obliczyć ilość spożytego czystego alkoholu, czyli jednostkę standardową alkoholu (1 JSA = 10g czystego alkoholu etylowego) (202).

Spożycie alkoholu oszacowano następująco:

- butelka piwa, 5%, 0,5 litra - 2 JSA
- kieliszek wina, 12%, 175 ml - 1,68 JSA

- napój alkoholowy, 18%, 75 ml – 1,68 JSA
- kieliszek wódki, 40%, 40 ml – 1,5 JSA

Spożywanie słodzonych napojów gazowanych

Zebrano dane dotyczące spożywania słodzonych napojów gazowanych w skali nominalnej: tak/nie. Poproszono mężczyzn o zanotowanie częstotliwości spożywania według kategorii: – wcale, – rzadko (1-2x w miesiącu), – 1-2x/tydzień, – 3-4x/tydzień, – codziennie. Rodzaje napojów zdefiniowano jako: 1). napoje typu cola, 2). napoje energetyczne, 3). pozostałe (oranżady, lemoniady).

Suplementacja odżywkami białkowymi

Oceniano w postaci skali wielodzielnej (tak/nie, nigdy/zaprzestałem).

Noszenie telefonów komórkowych w przedniej kieszeni spodni

Sklasyfikowano na podstawie deklarowanego czasu noszenia tego sprzętu (wcale; <3 godzin dziennie, 3-6 godzin dziennie, >6-9 godzin dziennie, > 9 godzin dziennie).

Korzystanie z laptopów umieszczanych bezpośrednio na kolanach

Zostało ocenione w skali binarnej w postaci pytania zamkniętego (tak/nie).

3.3. Analizy seminologiczne

Wybrane parametry seminologiczne oceniano według standardów przyjętych przez WHO z roku 2010 oraz rekomendacji PTA i KIDL z 2016. Obejmowały one: objętość ejakulatu (ml), liczbę plemników (opisywaną przez dwa parametry: koncentrację (mln/ml) i całkowitą liczbę plemników w ejakulacie), odsetek plemników o ruchu postępowym (%), odsetek plemników o prawidłowej budowie morfologicznej (%) (20,178).

Wszystkie próby analizowane były w Pracowni Andrologii Ginekologiczno-Położniczego Szpitala Klinicznego Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu, przez diagnostę laboratoryjnego, członka grupy eksperckiej Programu Międzylaboratoryjnej Kontroli Jakości Badania Ogólnego Nasienia „SpermControl”. Pracownia Andrologii uczestniczyła również w zewnętrznej ocenie jakości *The ESHRE External Quality Assessment scheme* i posiada status laboratorium referencyjnego.

Ejakulat oddawany był do sterylnej pojemnika drogą masturbacji, po dwu do siedmiodniowej abstynencji płciowej, w pomieszczeniu znajdującym się w sąsiedztwie laboratorium i analizowany był w trakcie 30 minut od upłynięcia, ale w nie dłuższym niż 60 minut. Przyżyciową ocenę plemników wykonano wykorzystując mikroskop

kontrastowo-fazowy (Olimpus BX53), przy powiększeniu 400x, w temperaturze 37°C.

3.3.1. Ocena objętości ejakulatu

Objętość obliczano metodą wagową. W tym celu ważono pojemnik, do którego miało być oddane nasienie – x [g], powtórnie zważono pojemnik z nasieniem – y [g] i obliczano wagę nasienia – z [g].

$$z = y - x$$

Przyjmując, że gęstość nasienia wynosi 1 g/ml (dokładnie 1,014 g/ml), wyliczona waga nasienia w [g] odpowiada objętości ejakulatu wyrażonej w [ml] (178).

3.3.2. Ocena liczby plemników (koncentracja i całkowita liczba plemników)

Koncentrację (mln/ml) plemników obliczono za pomocą komory – ulepszanego hemocytometru Neubauera, po wstępnej ocenie liczby plemników w preparacie przyżyciowym i przygotowaniu rozcieńczenia próby. W celu zminimalizowania błędu próby zliczono po min 200 plemników w dwóch powtórzeniach w każdym z pół zliczeniowych (błąd próby -5%). Jeśli zliczono mniej niż 200 plemników błąd próby wynosił 10%. Jeżeli w preparacie przyżyciowym nie znaleziono plemników, ejakulat był odwirowany przez 15 min przy 3000 g. Powstały osad był oglądany pod mikroskopem przy powiększeniu 200x w poszukiwaniu gamet męskich. Liczbę plemników w całej objętości ejakulatu wyliczono mnożąc koncentrację przez objętość ejakulatu.

3.3.3. Ocena ruchliwości plemników

Aby ocenić ruchliwość plemników, 10 mikrolitrów dobrze wymieszanego nasienia umieszczono na szkiełku podstawowym i przykryto szkiełkiem nakrywkowym.

Ruchliwość oceniano przed upływem 60 min od ejakulacji, w dwóch preparatach, pod powiększeniem 400x, w temperaturze 37 ° C. Obserwowano plemniki w przynajmniej 5 polach widzenia i oceniano 200 w każdym preparacie z wykorzystaniem sumatora hematologicznego i obliczano średnią z dwóch powtórzeń.

Ruch sklasyfikowano według następującej skali:

- ruch postępowy – plemniki poruszające się ruchem postępowym zarówno liniowym, jak i po dużym okręgu, bez względu na ich szybkość
- ruch niepostępowy – plemniki poruszające się w miejscu lub po małym okręgu
- plemniki nieruchome.

3.3.4. Ocena prawidłowej budowy morfologicznej plemników

Ocenę prawidłowej budowy morfologicznej plemników przeprowadzono w oparciu o rekomendowaną procedurę barwienia metodą Papanicolaou. Przygotowano dwa rozmazy próbki nasienia na szkiełkach podstawowych. Próbki nasienia o niskiej koncentracji (poniżej 2 mln/ml) wirowano przy 600g przez 10 min i barwiono osad z częścią supernatantu. Analizowano za każdym razem po 200 plemników, stosując powiększenie 1000x z podziałką mikrometryczną w okularze mikroskopu. Dokonano oceny wybarwionych preparatów według ścisłych kryteriów Krugera, w których analizie poddaje się każdy element budowy plemnika weryfikujący jego kształt i wymiar: główka (część akrosomalną, postakrosomalną), wstawkę, wiskę, resztkową cytoplazmę.

3.4. Kryteria wyodrębnienia grup badawczych

Na podstawie uzyskanych wyników seminogramu mężczyźni zostali zakwalifikowani do grup o prawidłowej i nieprawidłowej wartości dla indywidualnych, konwencjonalnych parametrów zgodnie z wytycznymi WHO (20) i rekomendacjami PTA i KIDL (178). Wykorzystano również całkowite liczby plemników względem ruchu postępowego i budowy morfologicznej z uwagi na ich większe znaczenie kliniczne (178).

Grupę badaną stanowiły osoby, u których wystąpiła nieprawidłowość w stosunku do analizowanego parametru, a druga grupa – kontrolna, składała się z osób u których wynik był prawidłowy. Punkty odcięcia i przynależności do grupy stanowiły dolne wartości referencyjne seminogramu według WHO z 2010 roku dla objętości, koncentracji, liczby plemników w ejakulacji, odsetka ruchu postępowego i odsetka plemników o prawidłowej budowie morfologicznej (20). Całkowitą liczbę plemników o ruchu postępowym uzyskano mnożąc liczbę plemników w ejakulacji przez odsetek plemników o ruchu postępowym. Dolna wartość referencyjna dla całkowitej liczby plemników o ruchu postępowym wynosi: 12,5 mln/ejakulat. Wartość tę obliczamy mnożąc dolną wartość referencyjną dla całkowitej liczby plemników w ejakulacji (39 mln) przez dolną wartość referencyjną dla odsetka plemników wykazujących ruch postępowy (32%) (178).

Obliczona została również całkowita liczba plemników o prawidłowej budowie morfologicznej w ejakulacji. Uzyskuje się ją mnożąc całkowitą liczbę plemników w ejakulacji przez odsetek plemników prawidłowych. Dolna wartość referencyjna dla całkowitej liczby plemników o prawidłowej budowie morfologicznej wynosi 1,6 mln/ejakulat. Wartość tę obliczamy mnożąc dolną wartość referencyjną dla całkowitej

liczby plemników w ejakulacie (39 mln) przez dolną wartość referencyjną dla odsetka plemników prawidłowych (4%) (178).

Wybrano również miarę jakości nasienia, którą stanowi liczba plemników prawidłowych morfologicznie o ruchu postępowym. Wartość ta została obliczona według wzoru: całkowita liczba plemników w ejakulacie 39 mln x ruch postępowy 32% x prawidłowa budowa morfologiczna 4% — co daje populację 0,50 mln plemników „wyselekcjonowanych” o optymalnych parametrach. Do grupy kontrolnej włączeni zostali mężczyźni, u których całkowita liczba prawidłowych morfologicznie plemników o ruchu postępowym wynosiła minimum 0,5 mln w ejakulacie. Grupę badaną stanowili natomiast osobnicy u których ta subpopulacja plemników była poniżej 0,50 mln (punkt odcięcia).

Dla ułatwienia interpretacji posłużono się terminologią „grupa prawidłowa” (wynik analizowanego parametru był równy lub wyższy od dolnych wartości referencyjnych) i „grupa nieprawidłowa” (wynik poniżej dolnych wartości referencyjnych) (20,178). Kryteria wyodrębniania grup w oparciu o wartości graniczne badanych parametrów nasienia przedstawia Tab. 8.

Tab. 8. Kryteria wyodrębniania podgrup w oparciu o wynik badanych parametrów nasienia

l.p.	Parametr	Wartości graniczne	Grupy
1	Objętość ejakulatu (ml)	$\geq 1,5$	Prawidłowa
		$< 1,5$	Nieprawidłowa
2	Koncentracja plemników (mln/ml)	≥ 15	Prawidłowa
		< 15	Nieprawidłowa
3	Całkowita liczba plemników w ejakulacie (mln)	≥ 39	Prawidłowa
		< 39	Nieprawidłowa
4	Ruch postępowy (%)	≥ 32	Prawidłowa
		< 32	Nieprawidłowa
5	Całkowita liczba plemników o ruchu postępowym (mln)	$\geq 12,5$	Prawidłowa
		$< 12,5$	Nieprawidłowa
6	Prawidłowa budowa morfologiczna (%)	≥ 4	Prawidłowa
		< 4	Nieprawidłowa
7	Całkowita liczba plemników o prawidłowej budowie morfologicznej (mln)	$\geq 1,6$	Prawidłowa
		$< 1,6$	Nieprawidłowa
8	Całkowita liczba plemników prawidłowych morfologicznie o ruchu postępowym (mln)	$\geq 0,5$	Prawidłowa
		$< 0,5$	Nieprawidłowa

3.5. Analiza statystyczna

Analiza statystyczna została przeprowadzona przy wykorzystaniu programów Statistica 13.3 (TIBCO Software Inc.) oraz PQStat 1.8.0.414 (PQStat software). Rozkład zmiennych sprawdzano testem W Shapiro-Wilka. W przypadku zgodności z rozkładem

normalnym do dalszej analizy, w zależności od ilości grup, wykorzystano test t-studenta dla zmiennych niepowiązanych lub analizę wariancji ANOVA. W przypadku wielokrotnych porównań zastosowano test *post-hoc* Tukeya dla nierównych licznosci. Wyniki uzyskane dla zmiennych ilościowych prezentowano jako średnie arytmetyczne ± odchylenia standardowe. W przypadku zmiennych o rozkładzie niezgodnym z rozkładem normalnym i zmiennych porządkowych stosowano test U Manna-Whitneya lub nieparametryczny odpowiednik analizy wariancji test Kruskala-Wallisa. W przypadku wielokrotnych porównań zastosowano test *post-hoc* Dunna. Wyniki prezentowano w postaci mediany [rozstęp międzykwartylowy]. Dla zmiennych jakościowych niezależnych, do dalszej analizy wykorzystano testy chi-kwadrat z zastosowaniem warunków Cohrana dla doboru poprawki na licznosc. W przypadku zmiennych nominalnych o jednym stopniu swobody, obliczono iloraz szans wraz z przedziałami ufności. Wyniki dla zmiennych jakościowych zaprezentowano jako licznosci i procenty.

W celu określenia zależności pomiędzy badanymi zmiennymi przeprowadzono analizę regresji wielokrotnej. Czynniki istotne statystycznie lub bliskie istotności statystycznej zostały włączone do modeli.

Korelacje badanych parametrów nasienia z czynnikami stylu życia oceniano na podstawie współczynnika korelacji rang Spearmana, stosując zasady Thumb'a do określenia jej siły.

Poziom istotności statystycznej przyjęto na poziomie $\alpha < 0,05$.

4. Wyniki

4.1. Charakterystyka socjodemograficzna

Analizę socjodemograficzną badanej grupy przedstawiono w Tab. 9.

Tab. 9. Charakterystyka badanej grupy – dane demograficzne i socjoekonomiczne

Analizowany parametr		Liczba badanych	Odsetek ogółu badanych [%]
Miejsce zamieszkania ¹	wieś	132	23
	małe miasto	132	23
	średnie miasto	124	22
	duże miasto	177	31
Województwo	wielkopolskie	489	87
	lubuskie	39	7
	dolnośląskie	13	2
	zachodniopomorskie	4	1
	inne	20	4
Wykształcenie	podstawowe	6	1
	zawodowe	73	13
	średnie	209	37
	wyższe	277	49
Rodzaj pracy	nie pracuje	4	1
	umysłowa	270	37
	fizyczna	283	51
	brak informacji	8	11
Praca zmianowa	jednozmianowa	501	89
	dwuzmianowa	19	3
	trzymianowa	24	4
	brak informacji	21	4

Legenda: ¹ – małe miasto: liczba ludności poniżej 20 tys. mieszkańców, średnie miasto: 20 tys. -100 tys. mieszkańców, duże miasto: powyżej 100 tys. mieszkańców

Mężczyźni w większości zamieszkiwali duża miasta w obrębie województwa wielkopolskiego. Największy odsetek stanowili osobnicy z wykształceniem wyższym. W przypadku rodzaju wykonywanej pracy pracownicy fizyczni stanowili największy odsetek. Zdecydowana większość osób wykonywała pracę jednozmianową.

4.2. Parametry nasienia

Dane dotyczące parametrów nasienia całej badanej populacji oraz liczności i odsetek osób, u których stwierdzono występowanie danego parametru poniżej dolnych wartości referencyjnych przedstawia Tab. 10. Średnia objętość ejakulatu wynosiła $4,08 \pm 1,78$ ml, koncentracja plemników: $39,48 \pm 28,25$ mln/ml, całkowita liczba plemników:

154±130,54 mln w ejakulacie. Odsetek plemników o ruchu postępowym wyniósł 28,6±10,53%, a średni odsetek plemników o prawidłowej morfologii wyniósł 3,84±1,81%. Średnia całkowita liczba morfologicznie prawidłowych plemników o ruchu postępowym wyniosła 2,31±2,66 mln.

Tab. 10. Parametry nasienia całej grupy badanej oraz liczba i odsetek badanych o obniżonych parametrach wg WHO (2010), N=565

Parametr	M	Me	Min	Maks.	S	N (%) ‡
objętość ejakulatu [ml]	4,08	4,00	0,10	12,30	1,78	17 (3)
koncentracja [mln/ml]	39,48	35,00	0,05	125,00	28,25	136 (24)
całkowita liczba plemników [mln/ejakulat]	154	125	0,13	799	130,54	110 (19)
plemniki o ruchu postępowym [%]	28,60	30,00	0	48,00	10,53	285 (50,5)
ruch postępowy [mln/ejakulat]	50,77	34,56	0	319,60	50,80	156 (27,61)
plemniki prawidłowej budowie morfologicznej [%]	3,84	4,00	0	16,00	1,81	250 (44,25)
liczba plemników o prawidłowej budowie morfologicznej [mln/ejakulat]	6,74	4,56	0	42,04	6,82	141 (24,96)
całkowita liczba morfologicznie prawidłowych plemników o ruchu postępowym/ejakulat	2,31	1,33	0	16,82	2,66	174 (30,79)

Legenda: M – średnia; Me – Mediana; Min, Maks. – wartości minimalne i maksymalne; S – odchylenie standardowe;

‡ - mężczyźni z wynikiem parametru poniżej dolnej granicy referencyjnej WHO, 2010

4.3. Charakterystyka antropometryczna

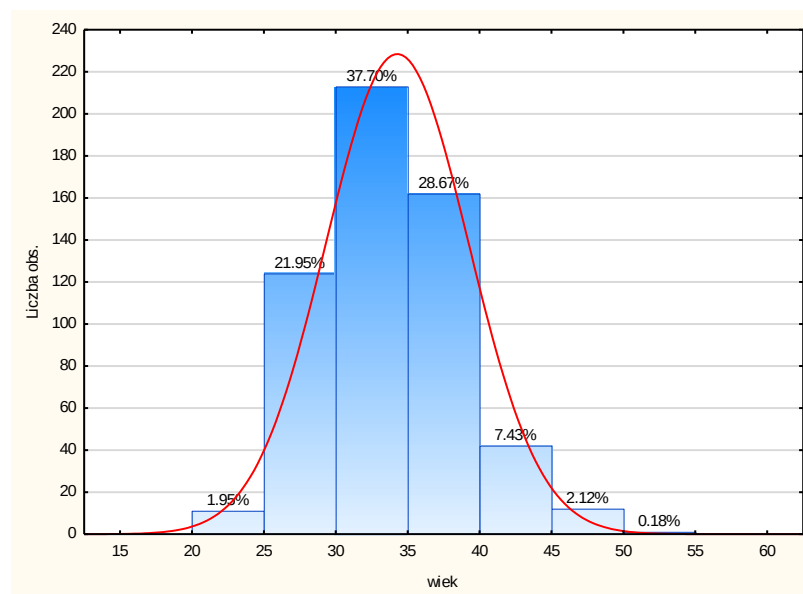
4.3.1. Wiek

Wiek mężczyzn wahał się w zakresie od 21 do 53 lat, średnia dla całej grupy wynosiła 34±5 lat. Większość populacji była w wieku bliższym medianie (Me=34; [Q1-Q3: 31-37]). Pełną charakterystykę przedstawiono w Tab. 11. Na Ryc. 4 przedstawiono rozkład wieku badanych.

Tab. 11. Charakterystyka wieku w badanej grupie mężczyzn

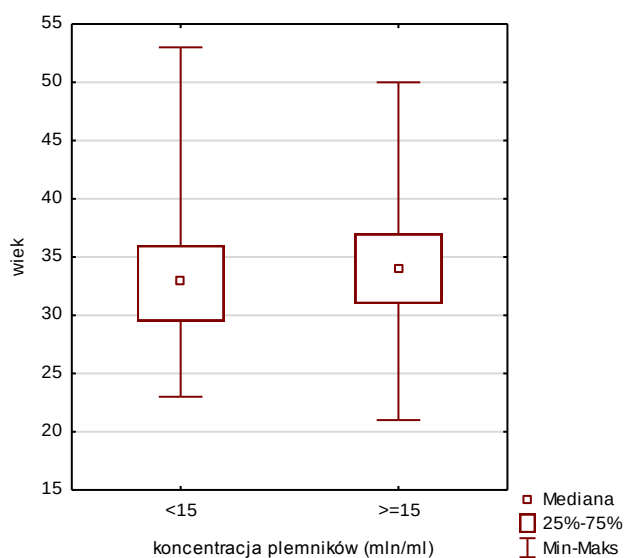
	N	M	Me	Min	Maks.	Q1	Q3	S	SE
wiek	565	34	34	21	53	31	37	5.1	0.2

Legenda: N – liczności; M – średnia; Me – Mediana; Min, Maks. – wartości minimalne i maksymalne; Q1, Q3 – kwartyle 1 i 3; S – odchylenie standardowe; SE – błąd standardowy średniej



Ryc. 4. Skategoryzowany wykres rozkładu wieku mężczyzn.

W pierwszym etapie dokonano porównania grup mężczyzn z prawidłowymi i nieprawidłowymi parametrami nasienia względem wieku. Wykazano istotnie niższy wiek mężczyzn w grupie o nieprawidłowej (obniżonej) koncentracji gamet męskich w porównaniu do wieku osób z prawidłową koncentracją plemników ($p=0,02301$; odpowiednio $33,50 \pm 5,33$ lata *vs* $34,39 \pm 4,75$ lata; Ryc. 5). W innych analizowanych parametrach seminologicznych nie wykazano istotnych różnic wieku mężczyzn ($p>0,05$) (Aneks: Tabela. S. 1.).



Ryc. 5. Porównanie wieku w grupach mężczyzn o prawidłowej i nieprawidłowej koncentracji plemników, $p=0,02301$.

4.3.2. BMI

Na podstawie uzyskanych danych (wzrost i masa ciała) dokonano oceny wskaźnika masy ciała BMI. Statystyki opisowe podsumowano w Tab. 12. Mediana BMI wynosiła 26,54 kg/m².

Tab. 12. Statystyki opisowe. Wskaźnik masy ciała (BMI) w badanej populacji

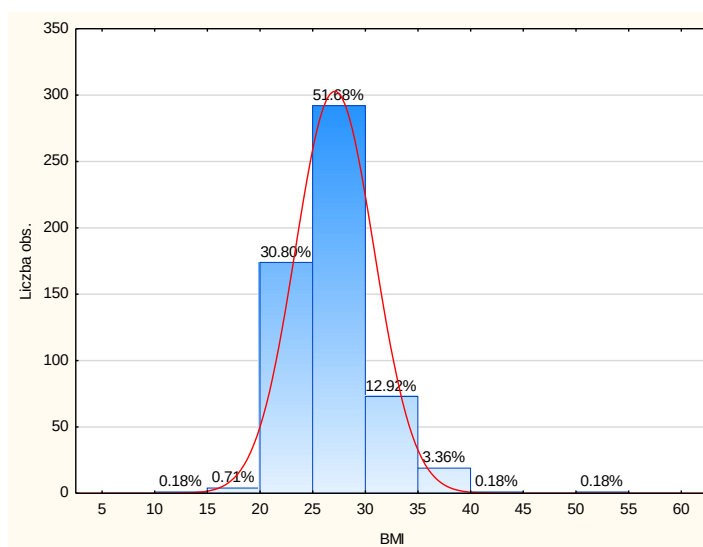
	N	M	Me	Min	Maks.	Q1	Q3	S	SE
BMI	565	26,97	26,54	13,52	51,90	24,54	28,91	3,72	0,16

Legenda: N – liczności; M – średnia; Me – Mediana; Min, Maks. – wartości minimalne i maksymalne; Q1, Q3 – kwartyle 1 i 3; S – odchylenie standardowe; SE – błąd standardowy średniej

Tab. 13 przedstawia rozkład wskaźnika BMI badanych mężczyzn w odniesieniu do zakresów wyznaczonych zgodnie z WHO (203). Trzydzieści jeden procent badanych (N= 176) cechowało się wartościami BMI w zakresie normy, u prawie 52% (N=292) sklasyfikowano nadwagę. Osoby z otyłością ciężką i niedowagą stanowiły marginalny procent obserwacji (odpowiednio 0,6% i 0,36%). Dane dotyczące rozkładu wartości wskaźnika BMI dla całej grupy dodatkowo uzupełniono na Ryc. 6.

Tab. 13. Podział liczbowy i procentowy całej populacji według wskaźnika BMI

Zakres wartości BMI [kg/m ²]	Interpretacja	Liczba badanych	Odsetek ogółu badanych [%]
poniżej 18,50	niedowaga	3	0,6
18,50 – 24,99	zakres normy	176	30,8
25,00 – 29,99	nadwaga	292	51,68
30,00 – 34,99	otyłość	92	16,36
powyżej 35,00	otyłość ciężka	2	0,36



Ryc. 6. Rozkład wartości wskaźnika BMI dla całości grupy.

Analizując procentowy rozkład badanych pod względem skategoryzowanego BMI nie wykazano istotnych różnic pomiędzy grupami o prawidłowych i nieprawidłowych

parametrach nasienia ($p>0,05$). Wskaźnik masy ciała analizowano również w skali ciągłej. Nie wykazano różnic pomiędzy grupami o prawidłowych i nieprawidłowych parametrach seminologicznych względem wartości BMI ($p>0,05$). Uzyskane wyniki przedstawiono w Aneksie w tabelach S.2. i S.3.

4.4. Charakterystyka stylu życia w całej grupie

Analizując procentowy rozkład składowych stylu życia badanych, czynne palenie tytoniu zadeklarowało 19% mężczyzn ($N=110$) z dużym zróżnicowaniem liczby lat palenia. Ponadto wykazano, że spośród obecnie niepalących (81%, $N=455$) 18% rzuciło nałóg. Odmienne rozpowszechnione było spożycie alkoholu wśród badanych – jedynie 4% deklarowało abstynencję. Wśród osób deklarujących spożywanie alkoholu większość badanych preferowało spożywanie piwa (87%). Najmniej spośród wszystkich badanych konsumowało wino (51%). Alkohol niskoprocentowy (12%-18%) oraz wysokoprocentowy spożywany był przez podobny odsetek badanych, odpowiednio 57% i 56%.

Prawie połowa badanych respondentów (47%) uczestniczyła w aktywnych formach wypoczynku. Większość respondentów (53%, $N=297$) zidentyfikowano jako aktywnych fizycznie na poziomie niskim, 123 osoby (22%) sklasyfikowano w kategorii umiarkowanej tygodniowej aktywności fizycznej. Jedna czwarta badanych (25%, $N=145$) deklarowała uczestnictwo w wysiłkach fizycznych na poziomie wysokim.

Na podstawie wskazanych w kwestionariuszu częstotliwości spożycia pokarmów obliczono wskaźnik indeksu diety prozdrowotnej p-HDI-10. Prawie jedna trzecia mężczyzn (33%, $N=189$) uzyskała największą wartość indeksu p-HDI 10, cechującą się dobrze skomponowaną pod względem składników odżywczych dietę. Najlicniejsza grupa mężczyzn ($N=275$, 49%) uzyskała średnią wartość indeksu diety prozdrowotnej (umiarkowane cechy prozdrowotnego charakteru diety), 18% mężczyzn ($N=101$) miało niską wartość indeksu p-HDI, który oznacza, iż w małym stopniu dieta spełniała cechy diety prozdrowotnej. Ponad połowa ankietowanych (56%) zgłaszała spożywanie słodzonych napojów gazowanych. Większość uczestników badania podała, że nie stosowała odżywek dla sportowców przed badaniem (89%, $N=502$), choć część osób zgłosiła, że stosowała je w przeszłości. Zaledwie 5% badanych deklarowało, że nie nosi telefonu komórkowego w przedniej kieszeni spodni, ale wśród osób przechowujących telefon komórkowy w ten sposób - większość z mężczyzn deklarowała przechowywanie przez mniej niż 3 godziny dziennie ($N=303$, 56%). Siedemnaście procent uczestników zgłosiło, że używa laptopa umieszczonego bezpośrednio na kolanach.

Tab. 14 zawiera licznosci i procentowy rozklad rozpowszechnienia analizowanych czynnikow stylu zycia w calej badanej grupie zgłaszane minimum trzy miesiace przed badaniem.

Tab. 14. Charakterystyka badanej grupy pod wzgledem rozpowszechnienia badanych czynnikow stylu zycia minimum trzy miesiace przed badaniem

Czynnik stylu zycia	Liczba badanych	Odsetek ogolu badanych
nikotyzm	tak	19
	nie	81
	zaprzestanie palenia	18
spozywanie alkoholu	tak	96
	piwo	87
	wino	51
	niskoprocentowy	57
	wysokoprocentowy	56
	nie	4
rekreacyjna aktywnosc fizyczna	tak	47
	nie	53
intensywnosc wysilkowa MET/min*tydz ¹	mal	53
	umiarkowana	22
	duza	25
indeks diety prozdrowotnej (p-HDI-10) ²	niski	18
	umiarkowany	49
	wysoki	33
gazowane napoje slodzone	tak	56
	nie	44
telefon w przedniej kieszeni od spodni	tak	95
	do 3 godzin/dzien	56
	> 3- 6 godzin/dzien	26
	> 6-9 godzin/dzien	15
	> 9 godzin/dzien	2
	nie	5
laptop na kolanach	tak	17
	nie	83
stosowanie odzywek dla sportowcow	tak	11
	nie, nigdy	82
	zaprzestanie	7

Legenda: ¹- tygodniowa intensywnosc wysilkowa MET-min/tydzien: mala - <600 MET-min/tydzien; umiarkowana- 600-3000 MET-min/tydzien; duza- > 3000 MET-min/tydzien;

² - indeks p-HDI-10: niski-1-33 (male natężenie cech prozdrowotnych diety); umiarkowany- 34-66 (umiarkowane natężenie cech prozdrowotnych diety); wysoki- 67-100 (duze natężenie cech prozdrowotnych diety)

4.5. Ocena zależności wybranych czynników na parametry seminologiczne

4.5.1. Nikotynizm

Występowanie nałogu palenia papierosów oceniano w skali nominalnej (tak/nie). Jako osobę palącą uznano osobę, która paliła nieprzerwanie przez przynajmniej ostatnie trzy miesiące lub dłużej. Jak wspomniano wcześniej, 19% (N=110) ankietowanych zgłosiło czynne palenie. Uwzględniono również liczbę wypalanych dziennie papierosów, która średnio wynosiła $2 \pm 5,5$ sztuk/dzień w całej grupie (Tab. 15).

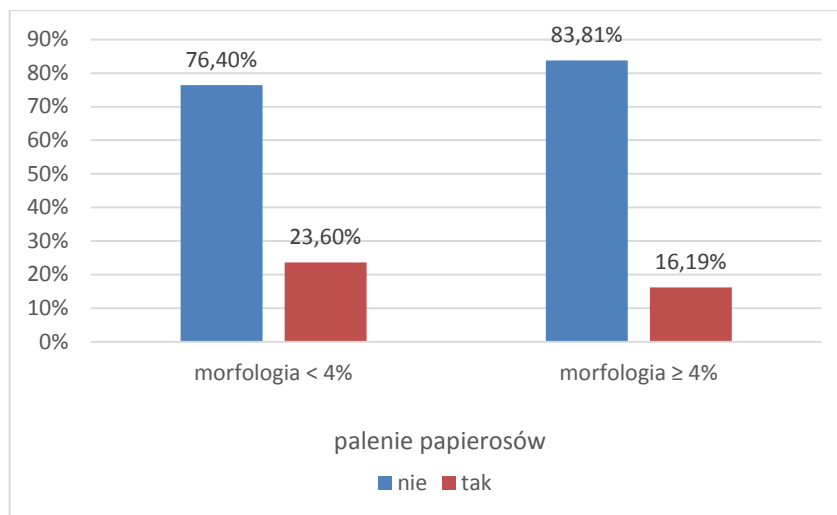
Tab. 15. Statystyki opisowe. Dane dotyczące palenia papierosów w całej grupie

	N	M	Me	Min	Maks.	Q1	Q3	S	SE
ilość papierosów dziennie [sztuki]	565	2	0	0	30	0	0	5,55	0,23

Legenda: N – liczności; M – średnia; Me – Mediana; Min, Max. – wartości minimalne i maksymalne; Q1, Q3 – kwartyle 1 i 3; S – odchylenie standardowe; SE – błąd standardowy średniej

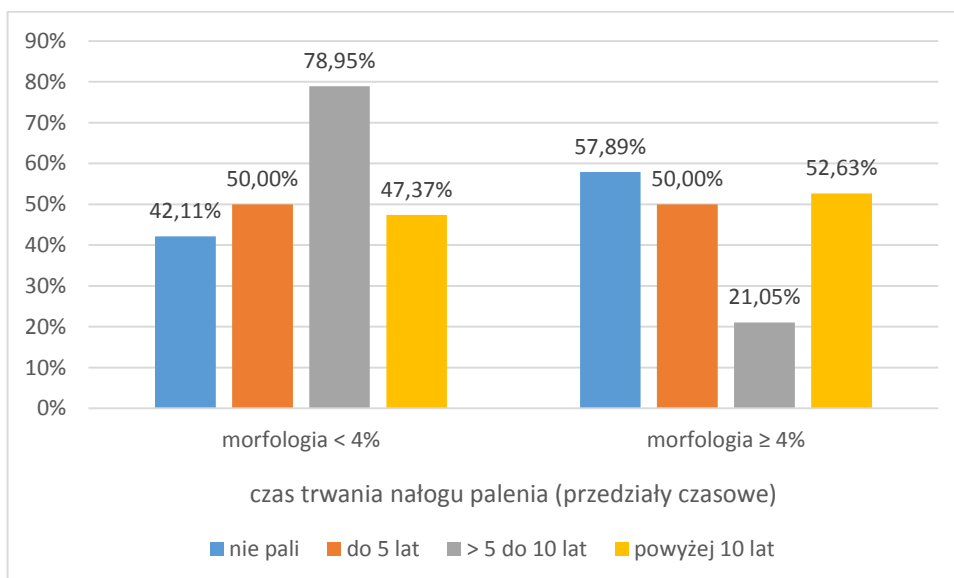
W pierwszej kolejności porównano grupy mężczyzn o prawidłowych i nieprawidłowych parametrach nasienia względem nałogu palenia niezależnie od czasu trwania nałogu.

Analizując procentowy rozkład badanych wykazano występowanie istotnych różnic pomiędzy grupami z odsetkiem plemników o prawidłowej budowie morfologicznej względem palenia tytoniu. Stwierdzono, iż palenie papierosów istotnie częściej deklarowały osoby, u których stwierdzono teratozoospermie ($p=0,0272$). Wśród mężczyzn palących iloraz szans wystąpienia teratozoospermii wynosił 1,60 [95% CI: 1,05-2,43] wskazując na 1,6 razy większe ryzyko wystąpienia obniżonego odsetka prawidłowych morfologicznie plemników w stosunku do mężczyzn niepalących. Uzyskane wyniki badań zostały przedstawione na Ryc. 7. Nie wykazano istotnych różnic pomiędzy grupami w pozostałych analizowanych parametrach nasienia względem palenia tytoniu ($p>0,05$). Wyniki wszystkich analiz przedstawiono w Aneksie w tabeli S. 4.



Ryc. 7. Procentowy rozkład mężczyzn z grupy o prawidłowym i nieprawidłowym odsetku plemników o prawidłowej budowie morfologicznej względem czynnego palenia, $p=0,0272$.

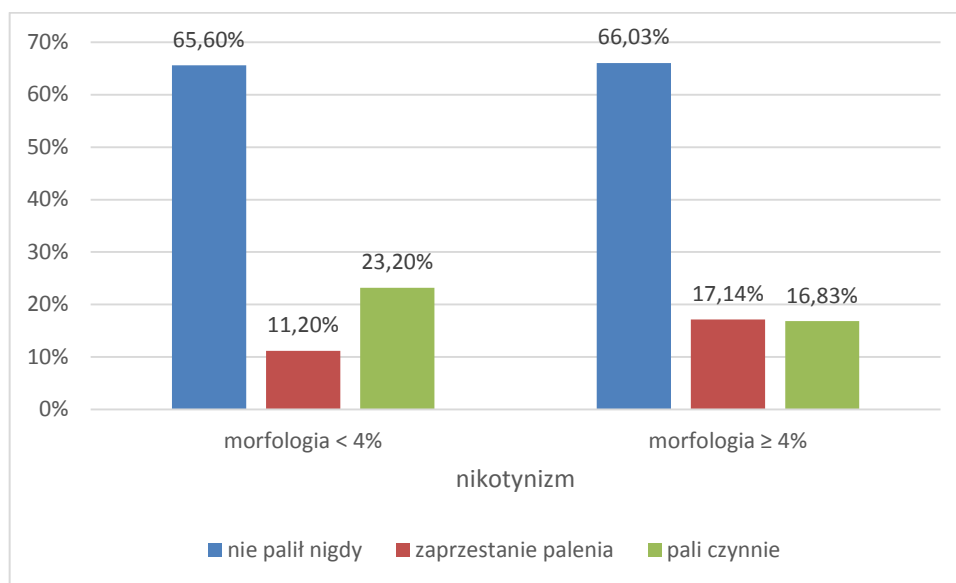
W kolejnym etapie poddano ocenie przedziały czasowe trwania nałogu palenia. Dwa procent badanych paliło do 5 lat przed badaniem, 4% paliło od >5 do 10 lat, a większość paliła przez ponad dekadę (13%). Wykazano, iż u osób palących >5-10 lat – teratozoospermia występowała istotnie częściej, bo aż u około 80% osobników ($p=0,01403$) (Ryc. 8.). Nie wykazano różnic w pozostałych analizowanych grupach o prawidłowych i nieprawidłowych parametrach seminogramu ($p>0,05$; Aneks, Tab. S. 5.).



Ryc. 8. Procentowy rozkład mężczyzn z grupy o prawidłowym i nieprawidłowym odsetku plemników o prawidłowej budowie morfologicznej względem czasu trwania nałogu palenia, $p=0,01403$.

Oprócz czynnego nałogu palenia (tak/nie) wśród mężczyzn rozpatrywano również jego zaprzestanie.

Wykazano różnice w grupie analizowanej względem odsetka plemników o prawidłowej budowie morfologicznej. U osób, które rzuciły palenie istotnie częściej wykazano prawidłową morfologię plemników ($p=0,04331$) (Ryc. 9). Tabela S. 6 w Aneksie przedstawia analizę porównawczą pozostałych grup mężczyzn o prawidłowych i nieprawidłowych parametrach nasienia względem nałogu palenia z uwzględnieniem osób, które rzuciły palenie minimum trzy miesiące przed badaniem ($p>0,05$).



Ryc. 9. Procentowy rozkład mężczyzn z grup o prawidłowym i nieprawidłowym odsetku plemników o prawidłowej budowie morfologicznej względem czynnego palenia, zaprzestania i braku nałogu palenia, $p=0,04331$.

4.5.2. Konsumpcja alkoholu

Kolejnym czynnikiem poddanym analizie było spożywanie różnego rodzaju napojów alkoholowych. Dziewięćdziesiąt sześć procent badanych zgłosiło spożywanie alkoholu w czasie ostatnich trzech miesięcy przed badaniem. Poziom konsumpcji alkoholu wśród uczestników badania nie przekroczył 17 JSA/tydzień. W Tab. 16 przedstawiono dane dotyczące średniej konsumpcji alkoholu w JSA/tydzień. Największy odsetek (87%) mężczyzn konsumowało piwo, jednocześnie wykazując, że najczęściej spożywa je 1-2 razy w tygodniu (około 36%) i rzadko (około 35%). Najmniej badanych deklarowało spożywanie wina ($N=208$) jednocześnie spożywając je rzadko. Tab. 17 przedstawia częstotliwość spożycie alkoholu z podziałem na rodzaje w całej badanej grupie.

Tab. 16. Statystyka opisowe. Dane dotyczące konsumpcji alkoholu w całej populacji

	N	M	Me	Min	Maks.	Q1	Q3	S	SE
alkohol (JSA/tydzień)	565	2.8	2	0	17	1.21	2.96	2.97	0.13

Legenda: N – liczności; M – średnia; Me – Mediana; Min, Max. – wartości minimalne i maksymalne; Q1, Q3 – kwartyle 1 i 3; S – odchylenie standardowe; SE – błąd standardowy średniej

Tab. 17. Liczności i odsetek spożywających i niespożywających alkohol z różną częstotliwością z podziałem na rodzaje w całej badanej grupie

Częstotliwość spożywania	piwo		wino		inny alkohol niskoprocentowy		alkohol wysokoprocentowy	
	liczności	%	liczności	%	liczności	%	liczności	%
nie spożywa	89	15,75	285	50,44	253	44,77	258	45,66
rzadko	199	35,22	246	43,53	267	47,25	269	47,61
1-2 razy/tydzień	206	36,48	32	5,66	45	7,96	34	6,01
3-4 razy/tydzień	56	9,91	2	0,35	0	0	4	0,70
codziennie	15	2,65	0	0	0	0	0	0

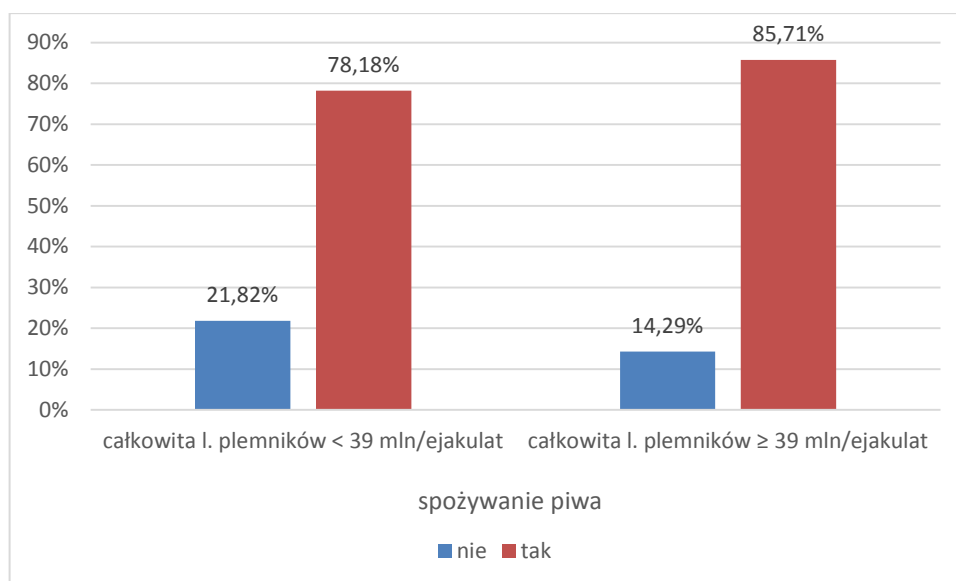
Wartości odsetkowe nie sumują się do 100%, ponieważ badani mogli wskazać więcej niż jedną odpowiedź.

Nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic w analizowanych grupach z prawidłowymi i nieprawidłowymi parametrami nasienia w spożywaniu piwa, wina, innych alkoholi nisko- i wysokoprocentowych ($p > 0,05$). Jedynie wśród porównywanych grup mężczyzn pod względem całkowitej liczby plemników w ejakulacie można było zauważyć tendencję, iż osoby spożywające piwo nieco rzadziej miały oligozoospermie ($p = 0,0516$). Dane przedstawiono w Tab. 18 i na Ryc. 10.

Tab. 18. Analiza porównawcza w grupach o prawidłowych i nieprawidłowych parametrach nasienia względem spożywania różnych napojów alkoholowych

Parametr	grupa	piwo		poziom istotności statystycznej p ¹	wino		poziom istotności statystycznej p ¹	inny alkohol niskoprocentowy		poziom istotności statystycznej p ¹	alkohol wysokoprocentowy		poziom istotności statystycznej p ¹
		tak	nie		tak	nie		tak	Nie		Tak	Nie	
objętość [ml]	prawidłowa	83,94%	16,06%	0,25668	49,45%	50,55%	0,77692	54,93%	45,07%	0,42456	54,38%	45,62%	0,90666
	nieprawidłowa	94,12%	5,88%		52,94%	47,06%		64,71%	35,29%		52,94%	47,06%	
koncentracja [mln/ml]	prawidłowa	84,38%	15,62%	0,87614	50,82%	49,18%	0,28801	55,24%	44,76%	0,98407	54,31%	45,69%	0,98382
	nieprawidłowa	83,82%	16,18%		45,59%	54,41%		55,15%	44,85%		54,41%	45,59%	
całkowita liczba plemników/ ejakulat	prawidłowa	85,71%	14,29%	0,0516	50,33%	49,67%	0,45531	55,60%	44,40%	0,70952	54,07%	45,93%	0,79303
	nieprawidłowa	78,18%	21,82%		46,36%	53,64%		53,64%	46,36%		55,45%	44,55%	
ruch postępowy.[%]	prawidłowa	82,50%	17,50%	0,25832	49,64%	50,36%	0,96792	55,36%	44,64%	0,94866	55,00%	45,00%	0,75357
	nieprawidłowa	85,96%	14,04%		49,47%	50,53%		55,09%	44,91%		53,68%	46,32%	
całkowity ruch postępowy /ejakulat	prawidłowa	84,11%	15,89%	0,88224	49,88%	50,12%	0,80529	54,28%	45,72%	0,46570	53,79%	46,21%	0,67280
	nieprawidłowa	84,62%	15,38%		48,72%	51,28%		57,69%	42,31%		55,77%	44,23%	
prawidłowa budowa morfologiczna [%]	prawidłowa	84,44%	15,56%	0,88547	52,38%	47,62%	0,13188	55,87%	44,13%	0,72655	55,87%	44,13%	0,41042
	nieprawidłowa	84,00%	16,00%		46,00%	54,00%		54,40%	45,60%		52,40%	47,60%	
całkowita liczba prawidłowych morfologicznie plemników /ejakulat	prawidłowa	84,43%	15,57%	0,83316	49,76%	50,24%	0,86474	55,19%	44,81%	0,97847	54,01%	45,99%	0,78680
	nieprawidłowa	83,69%	16,31%		48,94%	51,06%		55,32%	44,68%		55,32%	44,68%	
całkowita liczba morfologicznie prawidłowych plemników o ruchu postępowym	prawidłowa	83,89%	16,11%	0,72451	49,62%	50,38%	0,96655	54,48%	45,52%	0,59319	53,71%	46,29%	0,65335
	nieprawidłowa	85,06%	14,94%		49,43%	50,57%		56,90%	43,10%		55,75%	44,25%	

Legenda: ¹ - test Chi² Pearsona



Ryc. 10. Procentowy rozkład mężczyzn z prawidłową i nieprawidłową całkowitą liczbą plemników w ejakulacie skategoryzowany pod względem spożycia piwa, $p=0,0516$.

Przeanalizowano także spożycie alkoholu w skali ciągłej jako porcje standardowe wypijane w tygodniu (JSA/tydzień). Wyniki analizy przedstawiono w Aneksie w tabeli. S. 7. Nie wykazano istotnych statystycznie różnic w jednostkach standardowych spożytego alkoholu pomiędzy grupami z prawidłowymi i nieprawidłowymi parametrami nasienia. Można jednakże zauważyć tendencję, iż osoby z oligozoospermia piją sumarycznie mniej alkoholu wyrażonego w jednostkach standardowych (JSA/tydzień) ($2,55 \pm 3,02$, mediana=2) w porównaniu z osobami o prawidłowej liczbie plemników (≥ 39 mln w ejakulacie) ($2,87 \pm 2,96$, mediana=2; test Manna-Whitneya, $p=0,085$). Zauważalna jest również tendencję, że osoby z teratozoospermia ($< 4\%$) piją sumarycznie mniej alkoholu ($2,62 \pm 2,85$, mediana=2) w porównaniu z osobami o prawidłowych parametrach morfologii ($2,94 \pm 3,06$, mediana=2; test Manna-Whitneya, $p=0,079$).

4.5.3. Aktywność fizyczna rekreacyjna

Regularne uprawianie sportu oceniano w skali nominalnej (tak/nie) oraz w skali ciągłej — częstość podejmowania aktywności fizycznej w tygodniu oraz czas trwania w ciągu dnia i na tej podstawie obliczono czas (godziny) spędzony na ćwiczeniach w przeciągu tygodnia. Uczestnicy podawali też okres uprawiania sportu mierzony w latach.

Ogółem regularne uprawianie sportu zgłosiło 266 (47%) osób. Średni czas w tygodniu poświęcany na regularne ćwiczenia wynosił 4,29 godz. (Tab. 19), a częstotliwość to przeważnie 3x/tydzień (Tab. 20).

Tab. 19. Statystyki opisowe. Dane dotyczące aktywności fizycznej w grupie mężczyzn uprawiających sport

	N	M	Me	Min	Maks.	Q1	Q3	S	SE
Aktywność fizyczna (godzin/tydzień)	266	4,29	4	1	20	2	5	2,81	0,172

Legenda: N – liczności; M – średnia; Me – Mediana; Min, Max. – wartości minimalne i maksymalne; Q1, Q3 – kwartyle 1 i 3; S – odchylenie standardowe; SE – błąd standardowy średniej

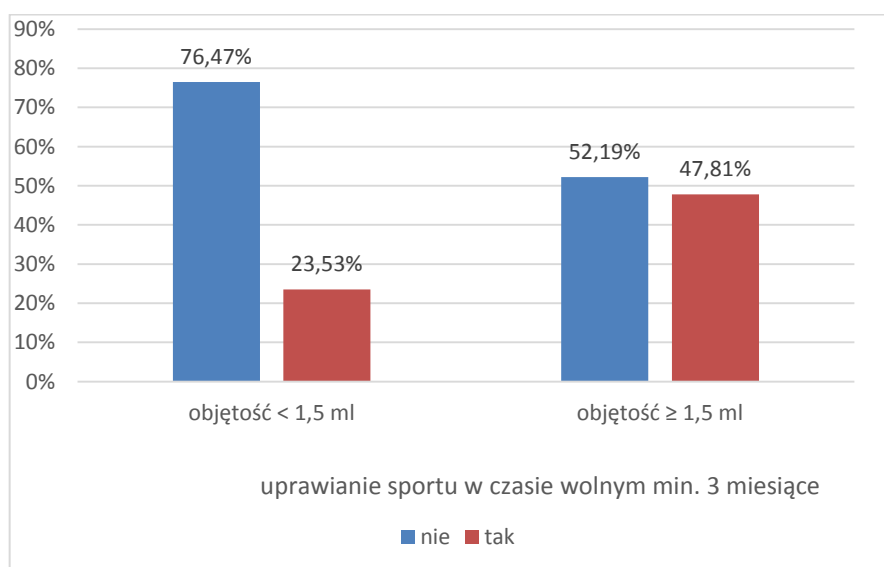
Tab. 20. Dane dotyczące częstotliwości podejmowania aktywności fizycznej w tygodniu przez mężczyzn uprawiających sport

	N	M	Me	Min	Maks.	Q1	Q3	S	SE
Częstotliwość podejmowania aktywności fizycznej w tygodniu	266	2,898	3	1	7	2	4	1,52	0,093

Legenda: N – liczności; M – średnia; Me – Mediana; Min, Max. – wartości minimalne i maksymalne; Q1, Q3 – kwartyle 1 i 3; S – odchylenie standardowe; SE – błąd standardowy średniej

W Aneksie w tabeli S. 8. przedstawiono wyniki analizy porównawczej w grupach o prawidłowych i nieprawidłowych parametrach nasienia względem uprawiania sportu (tak/nie). Dokonując porównania między grupami wykazano istotne różnice w grupach mężczyzn analizowanych pod względem: objętości ejakulatu i całkowitej liczby plemników o ruchu postępowym a uprawianiem sportu ($p < 0,05$).

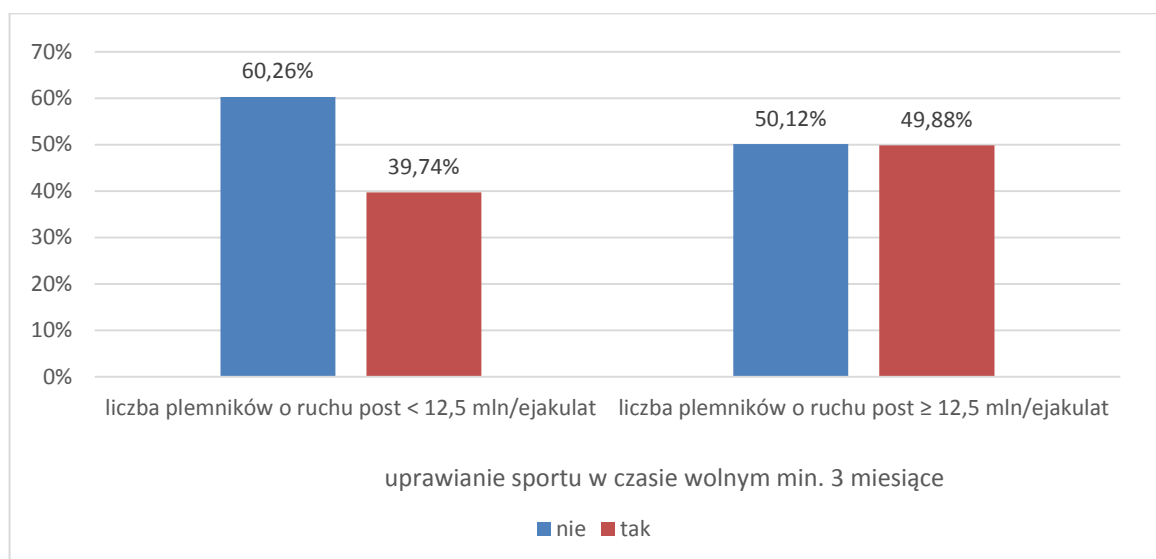
Zaobserwowano, iż mężczyźni uprawiający sport regularnie w czasie wolnym częściej mieli prawidłową objętość nasienia ($p = 0,04189$). Iloraz szans obliczony dla wystąpienia prawidłowej objętości nasienia dla uprawiających sport wyniósł 2,98 [95% CI: 0,96-9,25]. Uzyskane wyniki badań przedstawiono na Ryc. 11.



Ryc. 11. Procentowy rozkład mężczyzn o prawidłowej i nieprawidłowej objętości nasienia skategoryzowany względem uprawiania sportu w czasie wolnym, $p = 0,04189$.

Stwierdzono wyraźną różnicę pomiędzy grupami mężczyzn z prawidłową i nieprawidłową liczbą plemników o ruchu postępowym w zależności od regularności uprawiania sportu w okresie minimum trzech miesięcy poprzedzających analizę

($p=0,03096$). W grupie osobników deklarujących regularne uprawianie ćwiczeń fizycznych częściej stwierdzono prawidłową liczbę plemników o ruchu postępowym w ejakulacie. Iloraz szans obliczony dla wystąpienia prawidłowej liczby plemników o ruchu postępowym $\geq 12,5$ mln/ejakulat przy uprawianiu sportu w porównaniu do mężczyzn nieuprawiających sportu wyniósł 1,51 [95% CI: 1,04-2,19]. Uzyskane wyniki badań przedstawiono na Ryc. 12.



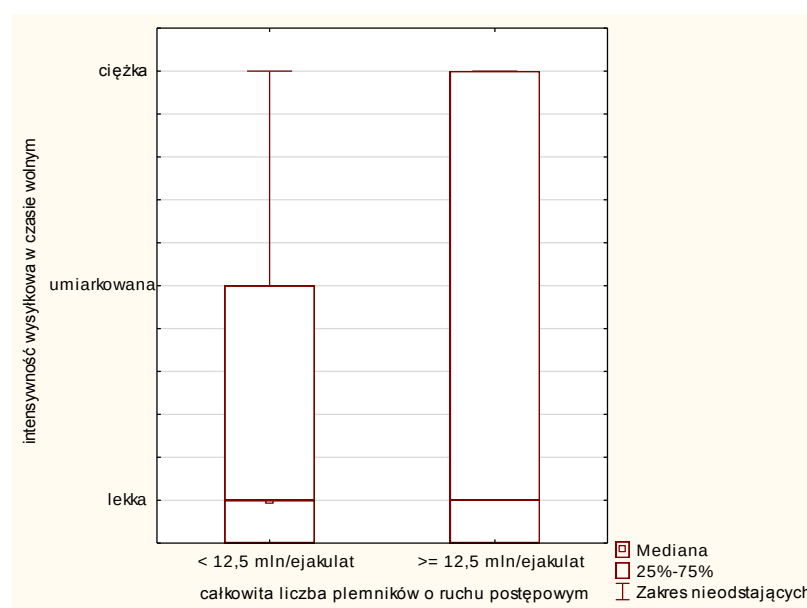
Ryc. 12. Procentowy rozkład mężczyzn o prawidłowej i nieprawidłowej liczbie plemników o ruchu postępowym skategoryzowany względem uprawiania sportu w czasie wolnym, $p=0,03096$.

Poziom intensywności wysiłku MET-minuty/tydzień

W kolejnym etapie oceniono poziom tygodniowej intensywności wysiłkowej podejmowanej przez badanych według kryteriów przyjętych w IPAQ (200). W badanej grupie u ponad 53% ($N=297$) mężczyzn odnotowano wydatek energetyczny na poziomie poniżej zalecanej normy, wynoszącej 600 MET-min/tydzień (głównie chodzenie – lekka intensywność wysiłkowa). Aktywność fizyczną na poziomie umiarkowanym podejmowało 22% ($N=123$) badanych, natomiast na wysokim poziomie 25% ($N=145$).

Analizując poziom intensywności wysiłku fizycznego (MET-min/tydzień) wykazano różnice w grupie z całkowitą liczbą plemników o ruchu postępowym ($p=0,0482$). Mężczyźni o prawidłowej liczbie plemników o ruchu postępowym ($\geq 12,5$ mln/ejakulat) zgłaszali częściej umiarkowaną (600-3000 MET-min/tydzień) i intensywną aktywność wysiłkową (>3000 MET-min/tydzień). Grupa mężczyzn z całkowitą liczbą plemników o ruchu postępowym poniżej 12,5 mln w ejakulacie (nieprawidłowa) deklarowała częściej lekką intensywność wysiłkową (<600 MET-min/tydzień), związaną głównie z chodzeniem (Ryc. 13). Nie stwierdzono istotnych różnic w pozostałych

analizowanych parametrach nasienia w badanych grupach (Aneks: Tab. S. 9.).

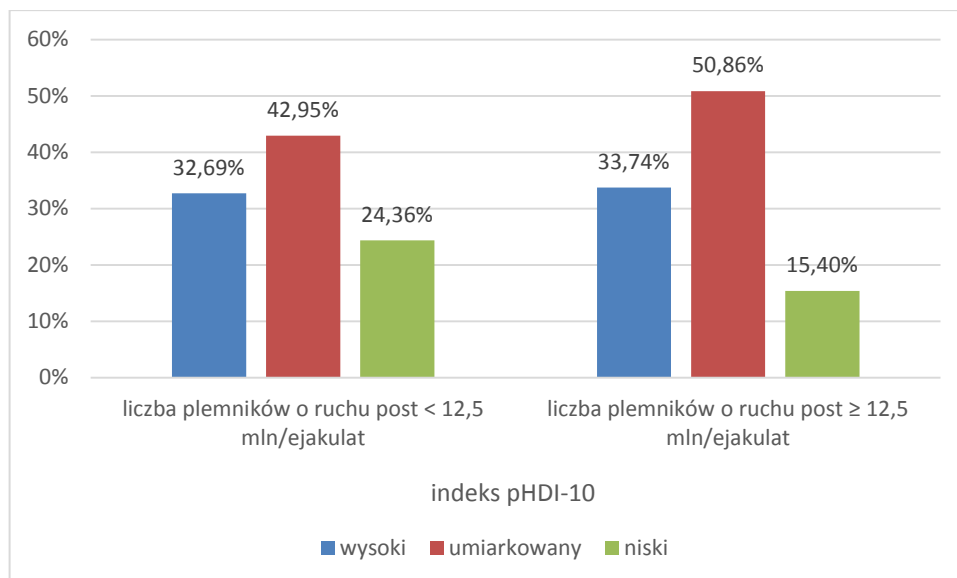


Ryc. 13. Porównanie poziomu intensywności wysiłku fizycznego w czasie wolnym w grupach o prawidłowej i nieprawidłowej liczbie plemników o ruchu postępowym (mln/ejakulat), $p=0,0482$.

4.5.4. Jakość diety

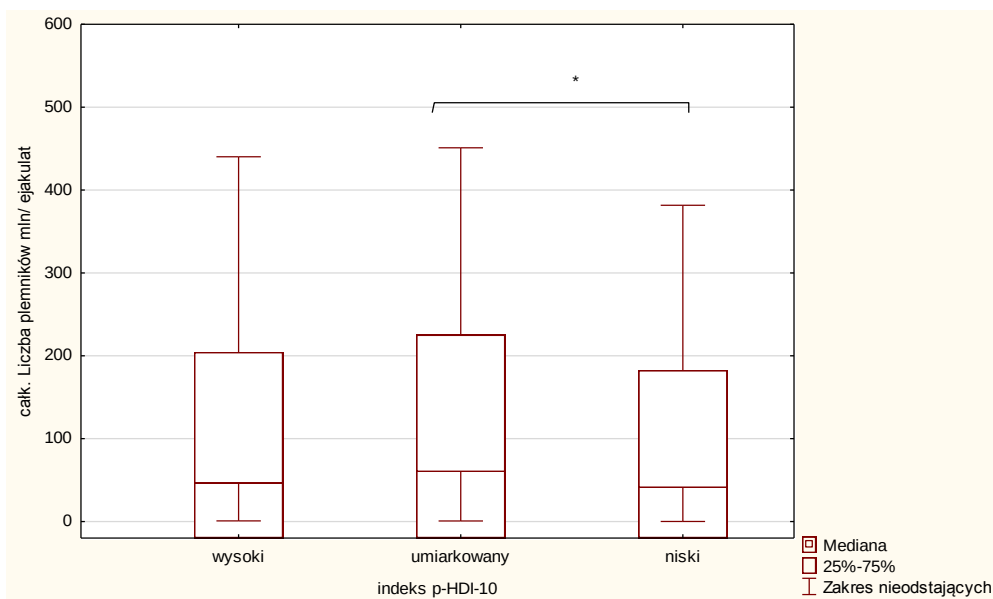
Na podstawie wskazanych w kwestionariuszu częstotliwości spożycia pokarmów obliczono wskaźnik indeksu diety prozdrowotnej p-HDI-10. Badane osoby zostały podzielone na trzy grupy: o wysokiej, średniej i niskiej wartości p- HDI-10, gdzie wraz ze wzrostem wartości indeksu wzrasta natężenie cech korzystnej dla zdrowia diety związany z częstotliwością spożycia produktów o charakterze prozdrowotnym. W Aneksie w tabeli S.10 przedstawiono analizę porównawczą grup o prawidłowych i nieprawidłowych parametrach nasienia względem indeksu p-HDI-10.

Wykazano istotne różnice w grupie analizowanej pod względem całkowitej liczby plemników o ruchu postępowym (prawidłowej/nieprawidłowej) a indeksem p-HDI-10 ($p=0,038$). Osoby, które konsumowały produkty uznane za „niekorzystne” dla zdrowia (o niskim indeksie diety prozdrowotnej) częściej miały obniżoną liczbą plemników o ruchu postępowym. Mężczyźni, których dieta wykazywała umiarkowane natężenie cech prozdrowotnych (średni indeks p-HDI-10) częściej natomiast mieli prawidłową liczbę plemników o ruchu postępowym (Ryc. 14).



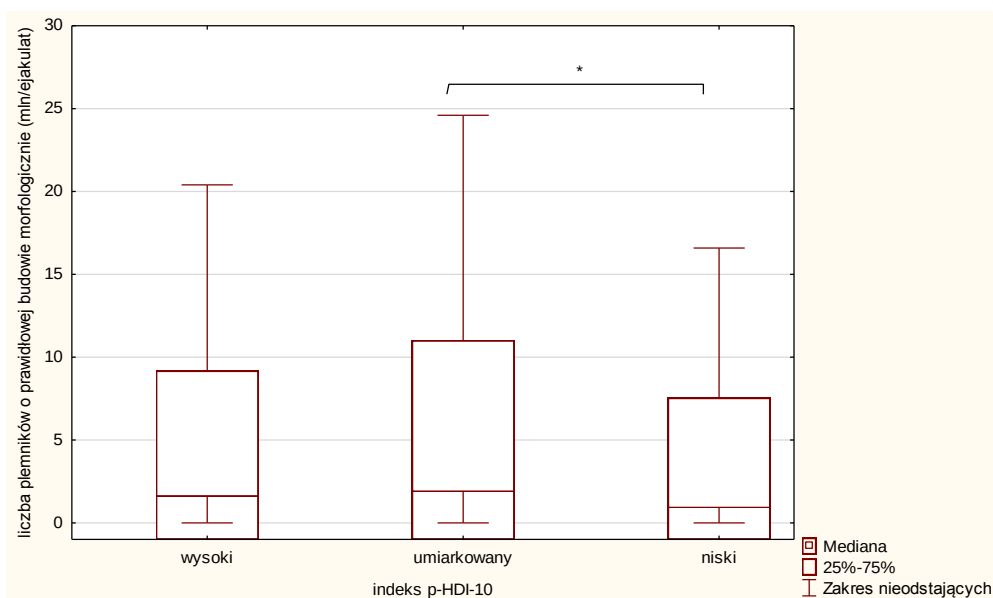
Ryc. 14. Procentowy rozkład mężczyzn o prawidłowej i nieprawidłowej liczbie plemników o ruchu postępowym w ejakulacie skategoryzowany względem indeksu p-HDI-10, $p=0,038$.

Dodatkowo porównano parametry nasienia, gdzie zmienną grupującą była wartość wskaźnika diety prozdrowotnej. Wyniki przedstawiono w Aneksie w tabelach: S.11.-S.18. Wykazano istotne różnice w całkowitej liczbie plemników w ejakulacie ($p=0,0143$, test ANOVA rang Kruskala-Wallisa) i całkowitej liczbie plemników o prawidłowej budowie ($p=0,0218$, test ANOVA rang Kruskala-Wallisa) względem indeksu p-HDI-10. Mężczyźni o niskim p-HDI-10 charakteryzowali się najniższymi wartościami całkowitej liczby plemników na ejakulat (mediana: 94 mln; [Q1-Q3: 41-182 mln]), podczas gdy najwyższe wartości całkowitej liczby plemników stwierdzono u mężczyzn deklarujących dietę o umiarkowanym natężeniu cech prozdrowotnych (średni indeks p-HDI-10) (mediana: 147 mln; [Q1-Q3: 60-225 mln]; *post-hoc* test Dunna $p=0,0218$; Ryc. 15).



Ryc. 15. Porównanie liczby plemników w ejakulacie (mln) w grupach mężczyzn skategoryzowanych względem indeksu p-HDI-10; * *post-hoc* test Dunna $p=0,0218$.

Podobnie najwyższe wartości liczby plemników o prawidłowej budowie morfologicznej w ejakulacie stwierdzono u mężczyzn o umiarkowanym natężeniu cech diety prozdrowotnej (średni indeks p-HDI-10) (mediana: 5,04 mln; [Q1-Q3: 1,9-11 mln]), podczas gdy najniższe wartości tego parametru wykazano u osób z niskim indeksem p-HDI-10 (mediana 3,5 mln [Q1-Q3: 0,9-7,5 mln]; *post-hoc* test Dunna; $p=0,0206$; Ryc. 16).



Ryc. 16. Porównanie liczby plemników prawidłowych morfologicznie (mln/ejakulat) w grupach mężczyzn skategoryzowanych względem wartości indeksu diety prozdrowotnej; * *post-hoc* test Dunna $p=0,0206$.

4.5.4.1. Słodzone napoje gazowane

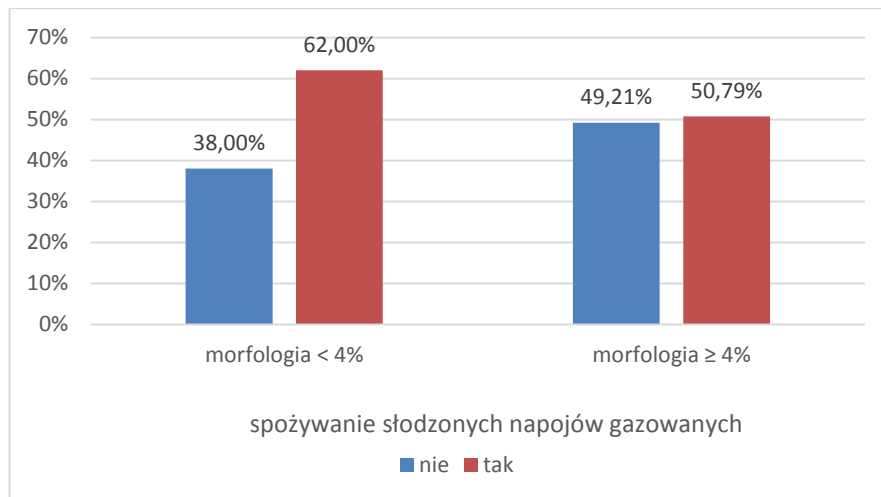
Wśród badanych mężczyzn przeanalizowano również konsumpcję słodzonych napojów gazowanych, których spożycie zgłosiła ponad połowa respondentów (56%, N=315). Spożycie słodzonych napojów gazowanych analizowano w skali nominalnej (pije/nie pije) oraz analizowano częstotliwość spożywania i rodzaj napoju. W Tab. 21 przedstawiono częstotliwość spożywania słodzonych napojów gazowanych, do których zaliczono: napoje typu cola, napoje energetyczne i pozostałe (oranżada, lemoniada). Na uwagę zasługuje fakt, że mężczyźni spożywający tego rodzaju napoje deklarowali najczęściej rzadkie spożycie. Wśród badanych, większość (49%) deklarowała spożywanie napojów typu cola, mniejsze spożycia stanowiły napoje energetyczne (2%), 5% piło pozostałe rodzaje napojów (oranżada, lemoniada).

Tab. 21. Liczności i odsetek niespożywających i spożywających słodzone napoje gazowane z różną częstotliwością w całej badanej grupie (N=565)

Częstotliwość spożycia	Liczność	Odsetek ogółu badanych [%]
nie spożywa	250	44
rzadko	147	26
1-2 razy/tydzień	94	17
3-4 razy/tydzień	44	8
codziennie	30	5

Początkowo analizowano grupy o prawidłowych/nieprawidłowych parametrach nasienia względem spożywania słodzonych napojów gazowanych w skali nominalnej tak lub nie (Aneks tabela S.19.).

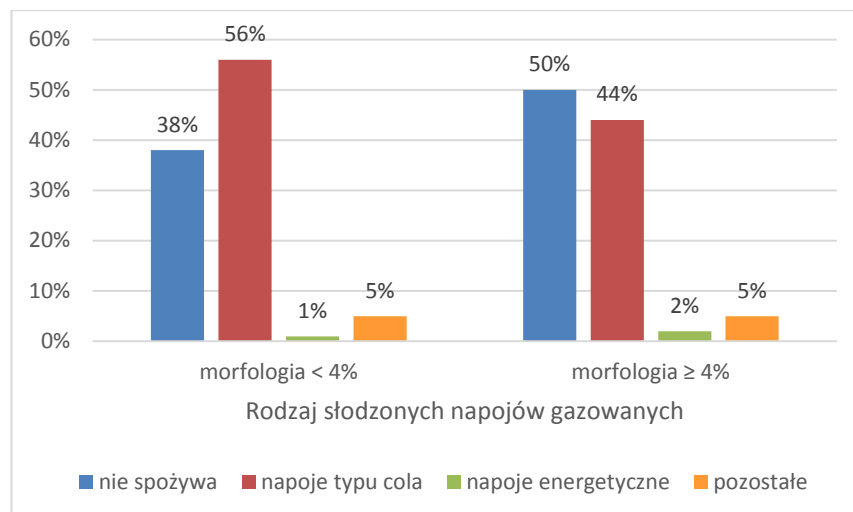
Stwierdzono występowanie różnic w grupie z prawidłowym/nieprawidłowym odsetkiem plemników o prawidłowej budowie morfologicznej względem spożywania słodzonych napojów gazowanych ($p=0,00338$). Wśród mężczyzn spożywających te napoje istotnie częściej stwierdzono teratozoospermie. Tym samym zwiększone ryzyko wystąpienia teratozoospermii (OR=1,66; [95% CI: 1,18 do 2,32]) mają osoby, które spożywają słodzone napoje gazowane (Ryc. 17).



Ryc. 17. Rozkład procentowy mężczyzn o prawidłowym i nieprawidłowym odsetku plemników o prawidłowej morfologii skategoryzowany względem spożycia napojów gazowanych, $p=0,00338$.

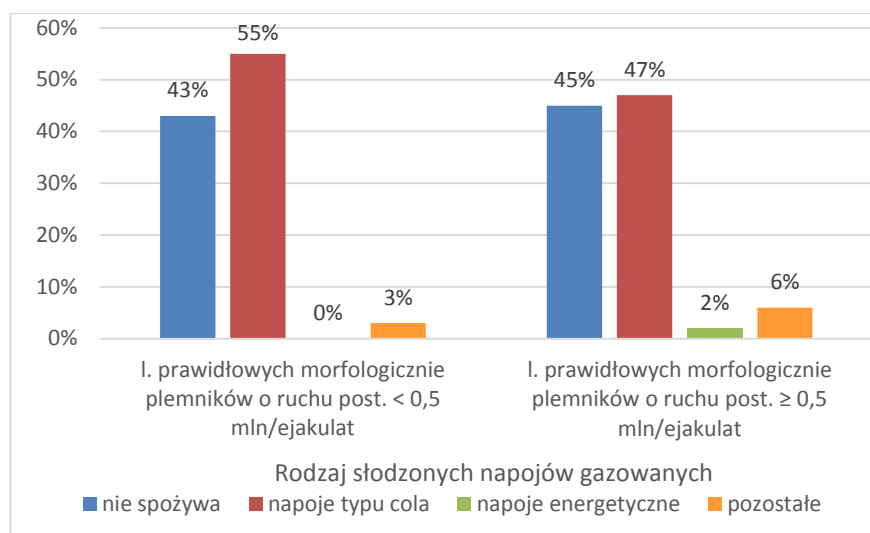
W kolejnym etapie analizie poddano także rodzaj spożywanych napojów słodzonych. W Aneksie w tabeli S. 20 przedstawiono analizę porównawczą w grupach mężczyzn o prawidłowych i nieprawidłowych parametrach nasienia względem rodzaju spożywanych słodzonych napojów gazowanych.

Istotną różnicę ($p=0,025$) stwierdzono pomiędzy odsetkiem plemników o prawidłowej budowie morfologicznej a rodzajem spożywanych słodzonych napojów gazowanych. Wśród osób z teratozoospermią 56% spożywało napoje typu cola, a w przypadku osób z prawidłową wartością morfologii ($\geq 4\%$) odsetek spożywających tego typu napoje był mniejszy - 44%. Co ciekawe osoby spożywające napoje energetyczne w większości - około 70%, miały prawidłowy odsetek plemników o prawidłowej budowie morfologicznej. Zarówno w przypadku napojów energetycznych jak i pozostałych były to jednak grupy bardzo mało liczne. Ryc. 18 przedstawia wartości procentowe względem całej grupy badanych.



Ryc. 18. Rozkład procentowy grup o prawidłowej i nieprawidłowej morfologii plemników (%) względem rodzaju spożywanych napojów gazowanych, $p=0,025$.

Stwierdzono istotną różnicę ($p=0,0431$) także pomiędzy grupą z prawidłową /nieprawidłową liczbą morfologicznie prawidłowych plemników o ruchu postępowym a spożywaniem napojów słodzonych i ich rodzajem. Należy zauważyć, że osoby spożywające napoje typu cola częściej miały liczbę plemników o prawidłowej budowie morfologicznej o ruchu postępowym poniżej 0,5 mln (55%), niż w przypadku osób z prawidłową wartością tego parametru (47%). Na uwagę zasługuje fakt, iż wszystkie osoby spożywające napoje energetyczne miały tę subpopulację gamet męskich powyżej 0,5 mln (9/9). W grupie osób spożywających pozostałe słodzone napoje gazowane ($N=28$) większość (82%) stanowiły osoby również z liczbą plemników prawidłowych morfologicznie o ruchu postępowym powyżej 0,5 mln (prawidłowa wartość) (23/28). Zarówno w przypadku napojów energetycznych, jaki i pozostałych, były to jednak grupy bardzo mało liczne. Ryc. 19 przedstawia wartości procentowe względem całej grupy badanych.



Ryc. 19. Rozkład procentowy grup o prawidłowej i nieprawidłowej (obniżonej) liczbie plemników o prawidłowej budowie morfologicznej o ruchu postępowym (mln/ejakulat) względem rodzaju spożywanych napojów gazowanych, $p=0,0431$.

4.5.5. Stosowanie odżywek białkowych

Kolejnym czynnikiem poddanym analizie była suplementacja za pomocą odżywek białkowych. Na podstawie uzyskanych odpowiedzi wyłoniono grupę mężczyzn, która stosuje, nigdy nie stosowała i zaprzestała ich stosowania. Korzystanie z suplementów diety w czasie minimum trzech miesięcy przed badaniem deklarowało 11% badanych, 82% mężczyzn nigdy nie wspomagało się odżywkami, 7% osób zaprzestało, co najmniej trzy miesiące przed badaniem. Najczęściej deklarowano stosowanie białka serwatkowego, kreatyny, preparatów witaminowo-mineralnych, aminokwasów rozgałęzionych (BCAA) i kazeiny. Część mężczyzn (4,60%) deklarowała suplementację kilkoma preparatami równocześnie.

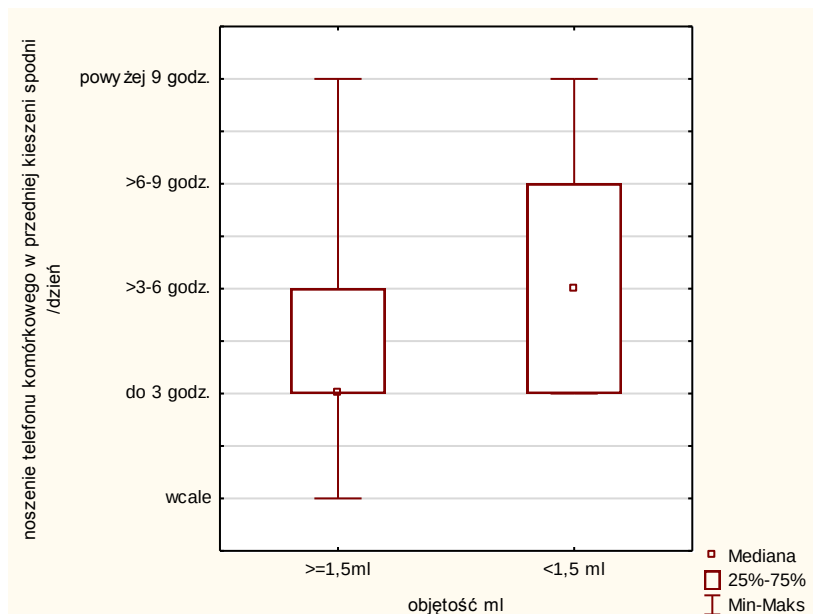
Nie odnotowano istotnych różnic analizowanych pomiędzy grupami mężczyzn z prawidłowymi i nieprawidłowymi parametrami seminologicznymi względem stosowania odżywek dla sportowców (nigdy/zaprzestał/nadal stosuje) ($p>0,05$). Warto zauważyć jedynie tendencję, iż osoby, które nie suplementowały odżywek dla sportowców częściej miały teratozoospermie (84% vs 79%), bez znamienności statystycznej ($p=0,08432$) (Aneks: tab. S.21.).

4.5.6. Korzystanie z urządzeń mobilnych

4.5.6.1. Przechowywanie telefonu komórkowego w przedniej kieszeni spodni

Wśród badanych mężczyzn wykazano, iż 95% ankietowanych nosi telefon komórkowy w przedniej kieszeni spodni. Oceniano przedziały czasowe, w których

badani przechowywali telefon w bezpośrednim sąsiedztwie jąder. Wyniki przedstawiono w Aneksie w tabeli S.22. Zauważono tendencję bliską istotności statystycznej ($p=0,0504$), iż mężczyźni z parvisemią częściej zgłaszali dłuższy czas przechowywania telefonu w przedniej kieszeni spodni, niż osoby z prawidłową objętością ejakulatu (Ryc. 20). Pozostałe porównywane grupy z prawidłowymi i nieprawidłowymi parametrami nasienia nie różniły się istotnie względem tego czynnika ($p>0,05$).



Ryc. 20. Porównanie czasu noszenia telefonu komórkowego w przedniej kieszeni spodni u mężczyzn zakwalifikowanych do grupy o prawidłowej i nieprawidłowej objętości ejakulatu, $p=0,0504$.

4.5.6.2. Korzystanie z laptopów umieszczonych na kolanach

Analizowano również korzystanie z laptopów umieszczonych w pobliżu męskich narządów rozrodczych w skali nominalnej (tak/nie). Na podstawie analizy porównawczej grup z prawidłowymi i nieprawidłowymi parametrami nasienia nie wykazano różnic względem korzystania z laptopów na kolanach (Aneks: Tab. S. 23).

4.6. Korelacje parametrów nasienia ze zmiennymi dotyczącymi stylu życia

W kolejnej części analizy statystycznej wykonano analizę korelacji Spearmana dla całej grupy mężczyzn. W Tab. 22 zestawiono wszystkie dodatnie i ujemne korelacje badanych czynników stylu życia z poszczególnymi parametrami nasienia. W tabeli pogrubiono te korelacje, które są znamienne statystycznie, przy $p<0,05$, wpisując do tabeli wartości współczynnika korelacji (R).

Oceniając całą grupę badanych wykazano istotną statystycznie, ujemną korelację ilości wypalanych dziennie papierosów (sztuki) a odsetkiem plemników o prawidłowej budowie morfologicznej (przy $R=-0,09$) (Tab. 22).

Stwierdzono także dodatnią korelację pomiędzy częstotliwością spożycia piwa ($R=0,10$) i alkoholu wysokoprocentowego ($R=0,11$) a objętością ejakulatu oraz częstotliwością spożycia wina a odsetkiem prawidłowych morfologicznie plemników ($R=0,11$) (Tab. 22.).

W całej grupie badanych zaobserwowano dodatnią korelację pomiędzy okresem uprawiania sportu (lata) a: koncentracją ($R=0,10$), całkowitą liczbą plemników ($R=0,11$), całkowitą liczbą plemników o ruchu postępowym ($R=0,11$) i całkowitą liczbą plemników morfologicznie prawidłowych w ejakulacie ($R=0,11$) (Tab. 22.) .

W całej grupie badanych wykazano dodatnią korelację pomiędzy poziomem intensywności wysiłkowej (MET-min/tydzień) a: koncentracją ($R=0,11$), całkowitą liczbą plemników ($R=0,13$), odsetkiem plemników o ruchu postępowych ($R=0,08$), całkowitą liczbą plemników o ruchu postępowym ($R=0,12$) i całkowitą liczbą plemników morfologicznie prawidłowych w ejakulacie ($R=0,13$) (Tab. 22).

Wykazane korelacje choć są znamienne statystycznie to cechowała je słaba siła powiązania.

Tab. 22. Korelacje między czynnikami stylu życia, a parametrami nasienia z podanymi wartościami r oznaczającymi siłę korelacji. Pogrubiono korelacje, które są znamienne statystyczne, przy $p < 0,05$.

Czynnik stylu życia	N	objętość [ml]	koncentracja [mln/ml]	całkowita liczba plemników mln/ ejakulat	ruch postępowy %	ruch postępowy mln/ejakulat	prawidłowa budowa morfologiczna %	liczba plemników prawidłowych morfologicznie mln/ejakulat	całkowita liczba morfologicznie prawidłowych plemników o ruchu postępowym
BMI [kg/m ²]	565	-0,05	0,00	-0,02	-0,04	-0,03	-0,06	-0,04	-0,00
palenie papierosów [lata]	565	0,02	-0,05	-0,03	-0,04	-0,04	-0,08	-0,05	-0,03
ilość papierosów dziennie [sztuki]	565	0,02	-0,05	-0,03	-0,04	-0,04	-0,09	-0,05	-0,04
częstotliwość spożywania piwa ¹	565	0,10	0,00	0,04	0,03	0,04	0,00	0,02	0,03
częstotliwość spożywania wina ¹	565	0,00	0,04	0,03	0,01	0,03	0,11	0,06	0,01
częstotliwość spożywania alkoholi niskoprocentowych ¹	565	0,02	-0,04	-0,02	-0,03	-0,03	0,01	-0,01	-0,01
częstotliwość spożywania alkoholi wysokoprocentowych ¹	565	0,11	-0,03	0,02	-0,02	0,02	-0,01	0,02	-0,02
alkohol [JSA/tydzień]	565	0,07	0,03	0,06	0,06	0,07	0,04	0,06	0,07
uprawianie sportu [lata]	565	0,04	0,10	0,11	0,07	0,11	0,06	0,11	0,05
aktywność fizyczna rekreacyjna [godzin/tydzień]	266	-0,00	0,06	0,05	-0,02	0,05	-0,01	0,04	0,03
częstotliwość podejmowania aktywności fizycznej rekreacyjnej /tydzień	266	0,00	0,05	0,06	0,04	0,04	0,10	0,06	0,05
intensywność wysiłkowa [MET/min-tydzień] ²	565	0,04	0,11	0,13	0,08	0,12	0,08	0,13	0,06
częstotliwość spożywania słodzonych napojów gazowanych ¹	565	0,03	-0,07	-0,05	-0,04	-0,05	-0,06	-0,06	-0,03
wartość indeksu diety prozdrowotnej ³	565	0,01	-0,01	-0,00	-0,01	-0,01	-0,04	-0,02	-0,02
noszenie telefonu komórkowego w przedniej kieszeni od spodni	565	0,04	0,00	0,01	0,02	0,01	-0,02	0,00	-0,03

Legenda: N – liczności ¹ częstotliwość – rzadko, 1-2 razy/tydzień, 3-4 razy/tydzień, codziennie, nie spożywa; ² intensywność wysiłkowa [MET/min-tydzień] – mała (<600 MET-min/tydzień), umiarkowana (600-3000 MET-min/tydzień), duża (> 3000 MET-min/tydzień); ³ - noszenie telefonu komórkowego w przedniej kieszeni spodni – wcale, do 3 godz./dzień, 3-6 godz./dzień, >6-9 godz./dzień, >9 godz./dzień; wartość indeksu diety prozdrowotnej -niski, średni, wysoki; wartości oznaczają siłę korelacji, istotne statystycznie współczynniki korelacji pogrubiono

4.7. Wyniki analizy wieloczynnikowej

4.7.1. Regresja wieloraka wsteczna – dobór zmiennych

Badanie rozpoczęto od wyboru zmiennych, na podstawie których oszacowane zostały modele regresji. Czynniki istotne statystycznie i bliskie istotności statystycznej w analizach jednoczynnikowych były włączone do analizy wieloczynnikowej, uwzględniając wiek badanych. Celem modelowania wielowymiarowego w tym badaniu było oszacowanie efektu ekspozycji na osiem parametrów jakości nasienia. Z tego powodu każde równanie regresji zostało skonstruowane przy użyciu eliminacji krokowej wstecznej polegającej na porównywaniu modeli „pełnych” z modelami „zredukowanymi”, w których zmienne zostały kolejno wyeliminowane w celu dopasowania modelu. Dla każdego analizowanego parametru skonstruowano kilka modeli. Każdy zbudowany model poddano weryfikacji w zakresie istotności statystycznej zmiennych niezależnych (czynniki stylu życia). Ostatecznie przedstawiono modele zawierające zmienne, które w istotny statystycznie sposób modyfikują wzajemnie efekty swojego wpływu na określony parametr. Niektóre zmienne nie uzyskały istotności statystycznej w analizie wieloczynnikowej, mimo iż były istotne w analizie jednoczynnikowej lub odwrotnie – w jednoczynnikowej nie miały wpływu na badane parametry, ale jedynie uzyskały ją w analizie wieloczynnikowej.

Szczegółowe wyniki estymacji modeli w analizie regresji dla poszczególnych analizowanych parametrów seminologicznych zaprezentowano w tabelach poniżej.

Objętość ejakulatu

W Tab. 23 prezentowany model opisuje zależność objętości ejakulatu od analizowanych w tym badaniu czynników stylu życia. W końcowym modelu istotnym statystycznie ($p=0,019567$), uzyskano takie czynniki jak: czynne palenie, czasu trwania nałogu palenia papierosów (przedziały czasowe - lata)

Tab. 23. Wyniki oszacowanego metodą regresji krokowej modelu regresji wielorakiej wpływu czynników stylu życia na objętość ejakulatu, $N=565$

Zmienna	b*	Bł. std. z b*	b	Bł. std. z b	p
czynne palenie	-0,303753	0,133235	-0,132064	0,057927	0,022995*
czas trwania nałogu palenia papierosów (przedziały czasowe - lata)	0,279088	0,133195	0,045137	0,021542	0,036592*
noszenie telefonu komórkowego w kieszeni od spodni	-0,088240	0,042117	-0,017383	0,008297	0,036612*

Legenda: N- licznosc; b*- współczynnik regresji dla zmiennych standaryzowanych; *istotne statystycznie

Koncentracja plemników

W Tab. 24 przedstawiono wyniki oszacowanego metodą regresji krokowej modelu regresji wielorakiej, w którym zmienną objaśnianą jest koncentracja ejakulatu. W końcowym modelu, jako istotne statystycznie ($p=0,00082$), pozostały takie czynniki jak: rodzaj słodzonych napojów gazowanych i częstotliwość ich spożywania oraz wiek.

Tab. 24. Wyniki oszacowanego metodą regresji krokowej modelu regresji wielorakiej wpływu czynników stylu życia na koncentrację plemników, $N=565$

Zmienna	b*	Bł. std. z b*	b	Bł. std. z b	p
rodzaj spożywanych słodzonych napojów gazowanych	0,152683	0,054343	0,050564	0,017997	0,005134*
częstotliwość spożywania słodzonych napojów gazowanych	-0,14742	0,054470	-0,05350	0,019768	0,007009*
wiek	0,09581	0,041882	0,008003	0,003498	0,022526*

Legenda: N- liczność; b*- współczynnik regresji; *istotne statystycznie

Całkowita liczba plemników w ejakulacie

W modelu regresji uwzględniono wszystkie badane czynniki stylu życia, mogące mieć wpływ na całkowitą liczbę plemników. W końcowym modelu, jako istotne statystycznie ($p=0,002021$), pozostały takie czynniki jak: czynne palenie, czas trwania nałogu, częstość spożywania słodzonych napojów gazowanych uwzględniając ich rodzaj. Wpływ poszczególnych czynników na całkowitą liczbę plemników przedstawiono w Tab. 25.

Tab. 25. Model regresji wielokrotnej przedstawiający wpływ czynników stylu życia na całkowitą liczbę plemników w ejakulacie, $N=565$

Zmienna	b*	Bł. std. z b*	b	Bł. std. z b	p
czynne palenie	-0,311645	0,132648	-0,312738	0,133114	0,019153
rodzaj spożywanych słodzonych napojów gazowanych	0,160344	0,054456	0,049149	0,016692	0,003370
czas trwania nałogu palenia (przedziały – lata)	0,283410	0,132808	0,105795	0,049576	0,033282
częstotliwość spożywania słodzonych napojów gazowanych	-0,152820	0,055227	-0,051333	0,018551	0,005843

Legenda: N- liczność; b*- współczynnik regresji; *istotne statystycznie

Odsetek plemników o ruchu postępowym

Nie udało się zbudować żadnego modelu wieloczynnikowego w którym jakiegokolwiek zmienne – czynniki stylu życia – istotnie statystycznie wpływałyby na odsetek plemników o ruchu postępowym.

Całkowita liczba plemników o ruchu postępowym w ejakulacie

W modelu regresji uwzględniono wszystkie badane czynniki stylu życia, mogące mieć wpływ na całkowitą liczbę plemników o ruchu postępowym. W końcowym modelu, jako istotne statystycznie ($p=0,002081$), pozostały takie czynniki jak: czynne palenie,

rodzaj napojów gazowanych, indeks diety prozdrowotnej, okres palenia papierosów (przedziały-lata), częstotliwość spożywania słodzonych napojów gazowanych. Wyniki analizy regresji krokowej wstecznej przedstawiono w Tab. 26.

Tab. 26. Model regresji wielokrotnej przedstawiający wpływ czynników stylu życia na całkowitą liczbę plemników o ruchu postępowym w ejakulacji, N=565

Zmienna	b*	Bł. std. z b*	b	Bł. std. z b	p
czynne palenie	-0,323071	0,132226	-0,365674	0,149662	0,014863
rodzaj spożywanych słodzonych napojów gazowanych	0,185137	0,054232	0,064008	0,018750	0,000687
wartość indeksu diety prozdrowotnej	-0,101599	0,042764	-0,047527	0,020004	0,017848
czas trwania nałogu palenia (przedziały- lata)	0,320281	0,132182	0,134851	0,055654	0,015711
częstotliwość spożywania słodzonych napojów gazowanych	-0,131017	0,055740	-0,049638	0,021118	0,019096

Legenda: N- liczność; b*- współczynnik regresji; *istotne statystycznie

Odsetek plemników o prawidłowej budowie morfologicznej

W modelu regresji uwzględniono wszystkie czynniki stylu życia, mogące mieć wpływ na odsetek plemników o prawidłowej budowie morfologicznej. W końcowym modelu, jako istotne statystycznie ($p=0,000686$), pozostały: czynne palenie, zaprzestanie palenia, częstotliwość spożywania napojów gazowanych, zaprzestanie stosowania odżywek dla sportowców. Wyniki przedstawiono w Tab. 27.

Tab. 27. Model regresji wielokrotnej przedstawiający wpływ czynników stylu życia na odsetek plemników o prawidłowej morfologii, N=565

Zmienna	b*	Bł. std. z b*	b	Bł. std. z b	p
czynne palenie	-0,219119	0,083630	-0,276005	0,105342	0,009031*
zaprzestanie palenia	0,161890	0,083456	0,099099	0,051086	0,049996*
częstotliwość spożywania słodzonych napojów gazowanych	-0,091806	0,042613	-0,038708	0,017967	0,031639*
zaprzestanie używania odżywek białkowych	-0,092423	0,041863	-0,027494	0,012454	0,027670*

Legenda: N- liczność; b*- współczynnik regresji; *istotne statystycznie

Całkowita liczba morfologicznie prawidłowych plemników w ejakulacji

W modelu regresji uwzględniono wszystkie czynniki stylu życia, mogące mieć wpływ na całkowitą liczbę morfologicznie prawidłowych plemników. W końcowym modelu, jako istotne statystycznie ($p=0,00178$), zostały takie czynniki jak: spożywanie napojów gazowanych (uwzględniając ich rodzaj), indeks diety prozdrowotnej i wiek. Wpływ poszczególnych czynników na całkowitą liczbę morfologicznie prawidłowych plemników przedstawiono w Tab. 28. Inne czynniki nie miały istotnego statystycznego związku z analizowanym parametrem nasienia.

Tab. 28. Model regresji wielokrotnej przedstawiający wpływ czynników stylu życia na całkowitą liczbę plemników o prawidłowej morfologii, N=565

Zmienna	b*	Bł. std. z b*	b	Bł. std. z b	p
rodzaj spożywanych słodzonych napojów gazowanych	0,092211	0,042397	0,030915	0,014214	0,030057*
wartość indeksu diety prozdrowotnej	-0,123504	0,042241	-0,056025	0,019162	0,003598*
wiek	0,088817	0,041986	0,007510	0,003550	0,034841*

Legenda: N- liczność ; b*- współczynnik regresji; *istotne statystycznie

Całkowita liczba prawidłowych morfologicznie plemników o ruchu postępowym w ejakulacie

W modelu regresji uwzględniono wszystkie analizowane czynniki stylu życia, mogące mieć wpływ na całkowitą liczbę morfologicznie prawidłowych plemników o ruchu postępowym. W końcowym modelu, jako istotne statystycznie ($p=0,003527$), pozostały takie czynniki jak: częstotliwości spożywania napojów gazowanych i ich rodzaj. Wpływ poszczególnych czynników na całkowitą liczbę morfologicznie prawidłowych plemników o ruchu postępowym przedstawiono w Tab. 29.

Tab. 29. Model regresji wielokrotnej przedstawiający wpływ czynników stylu życia na całkowitą liczbę plemników prawidłowych morfologicznie o ruchu postępowym, N=565

Zmienna	b*	Bł. std. z b*	b	Bł. std. z b	p
częstotliwość spożywania słodzonych napojów gazowanych	-0,142515	0,054316	-0,055774	0,021257	0,008932*
rodzaj spożywanych słodzonych napojów gazowanych	0,159882	0,054131	0,057384	0,019429	0,003273*

Legenda: N- liczność ; b*- współczynnik regresji; *istotne statystycznie

Na podstawie zbudowanych matematycznych modeli regresji wykazano, że głównie dwie zmienne: palenie papierosów i spożywanie słodzonych napojów gazowanych były najbardziej dominującymi powiązanymi czynnikami wpływającymi negatywnie na analizowane parametry nasienia (całkowitą liczbę plemników, odsetek prawidłowych morfologicznie plemników i całkowitą liczbę plemników o ruchu postępowym).

W przypadku całkowitej ruchliwości postępowej plemników, oprócz palenia papierosów i spożywania słodzonych napojów gazowanych, dodatkowo trzecia zmienna - nawyki żywieniowe o niskim natężeniu cech prozdrowotnych, były powiązane negatywnie z tym parametrem. Z kolei wyniki w modelu wieloczynnikowym na parametr dotyczący liczby plemników prawidłowych morfologicznie poruszających się ruchem postępowym wykazano negatywny wpływ tylko jednej zmiennej - spożywanie słodzonych napojów gazowanych. W większości czynniki, które w modelu jednomiarowym nie były znamienne statystycznie lub wykazywały tylko tendencje stały

sie istotnie statystyczne w modelu wieloczynnikowym, czego przykładem jest negatywny wpływ palenia papierosów w powiązaniu z noszeniem telefonu komórkowego w kieszeni spodni na objętość nasienia.

Analizując współwystępowanie czynników w modelach można je podzielić na:

1) występujące w największej liczbie modeli (5 modeli)

częstotliwość spożywania słodzonych napojów gazowanych - wpływ negatywny

2) występujące w czterech modelach

czynne palenie – wpływ negatywny

3) występujące w dwóch modelach

niski indeks diety prozdrowotnej – wpływ negatywny

4) występujące w jednym modelu

noszenie telefonu komórkowego w przedniej kieszeni spodni- wpływ negatywny.

5. Dyskusja

W świetle doniesień na temat wzrastającego udziału czynnika męskiego w niepłodności, ważnym argumentem zrealizowanym w tej pracy, była ocena zależności wielu modyfikowalnych czynników związanych ze stylem życia z parametrami jakości nasienia, wyznaczonymi za pomocą kilku miar.

Warunkiem wstępnym uzyskania rzetelnych wyników było oparcie badań o dobrze zdefiniowane grupy mężczyzn oraz kryteria włączenia i wyłączenia z udziału w badaniu. Znaczna część osób (ponad 10%) została wykluczona z powodów medycznych i azoospermii. Pomimo, że w prezentowanej pracy badano stosunkowo wiele czynników stylu życia możliwe jest, iż wyniki tylko w pewnym stopniu ukazują realny ich wpływ, ponieważ nie uwzględniono innych zmiennych na przykład tych występujących w środowisku zewnętrznym, czy związanych z narażeniem zawodowym. Skupiono się głównie na takich czynnikach, o których decydować i modyfikować może każdy człowiek.

Warto zaznaczyć, iż rekrutowano tylko osobników zgłaszających się po raz pierwszy na badanie seminologiczne, którzy w czasie ankietowania nie posiadali wiedzy na temat wyników badania nasienia. Pozwoliło to na zmniejszenie stroniczości w udzielaniu odpowiedzi na pytania zawarte w kwestionariuszu.

Zastosowano standaryzowany protokół badania nasienia z rekomendowanym okresem abstynencji seksualnej według piątej edycji podręcznika WHO. Dodatkowo starano się rekrutować grupę, jak najbardziej jednolitą względem czasu zachowania abstynencji seksualnej, który jest istotnym czynnikiem wpływającym na parametry seminologiczne (20). Wstrzemięźliwość seksualną trwającą cztery dni odnotowano u prawie połowy badanych (44%).

Metody analityczne stosowane w laboratorium, w którym powstała prezentowana dysertacja poddawane są wewnętrznej kontroli jakości badań laboratoryjnych oraz kontroli z zewnątrz, poprzez udział w międzynarodowych programach, co pozwala na uzyskanie maksymalnej obiektywizacji i wiarygodności wyników. Laboratorium ma status referencyjnego, a wszystkie próby analizowane były przez jednego diagnostę, który posiada certyfikat ukończenia kursu standaryzowanej oceny parametrów nasienia organizowany przez Europejskie Towarzystwo Rozrodu Człowieka i Embriologii (ang. ESHRE, *European Society of Human Reproduction and*

Embryology, ESHRE-NAFA Course in Basic Semen Analysis) i jest członkiem grupy eksperckiej Programu Międzylaboratoryjnej Kontroli Jakości Badania Ogólnego Nasienia „SpermControl”.

W prezentowanej pracy, jako narzędzie badawcze wykorzystano seminogram, który jest pierwszym podstawowym badaniem laboratoryjnym u mężczyzny z pary diagnozowanej z powodu niepłodności. Wynik seminogramu daje wgląd w liczbę plemników, ich ruchliwość oraz struktury morfologiczne.

Oceniane w badaniu parametry seminologiczne u większości badanych przekroczyły dolne wartości referencyjne ustalone przez WHO z 2010 roku, natomiast grupa osób z astenozoospermią stanowiła połowę badanych osobników. W całej badanej populacji normozoospermia wystąpiła u 39% osobników. OAT stwierdzono u 16% badanych, a 45% mężczyzn miało obniżony co najmniej jeden z analizowanych parametrów seminologicznych. Na podstawie uzyskanych w badaniu seminogramów trudno wnioskować czy jakość nasienia w badanej grupie różni się od tej w populacji ogólnej. W większości uczestnicy badania byli partnerami z par starających się o potomstwo z — jak się wydaje — większą świadomością postaw zdrowotnych związanych z prokreacją. Zaobserwowano to w związku ze zgłaszaniem przez badanych ekspozycji na niektóre czynniki, czego przykładem może być niskie i umiarkowane spożywanie alkoholu. Liczna grupa deklarowała natomiast spożywanie słodzonych napojów gazowanych i noszenie telefonów komórkowych w przedniej kieszeni spodni — które nie są powszechnie kojarzone z możliwym zagrożeniem płodności męskiej. Co więcej, różnica w rozpowszechnieniu czynników wśród rekrutowanych w niniejszej pracy może wynikać z chęci udziału przez samych badanych, a tymi, którzy odmówili udziału. Z obserwacji własnych wynika, iż osoby, które prowadziły zdrowszy tryb życia chętniej brały udział w ankietowaniu.

W Polsce badania w populacji ogólnej stanowią pewną trudność, ze względu na brak ogólnodostępnych badań seminologicznych, jako badań przesiewowych. Ponadto mężczyźni zazwyczaj nie zgłaszają się na badanie, jeśli nie wystąpi nagła potrzeba medyczna lub przedłużający się czas oczekiwania na potomstwo.

Większość badań analizujących związek między czynnikami stylu życia a parametrami nasienia miało charakter badań przekrojowych. Obecne badanie koncentrowało się głównie na ustaleniu niezależnych czynników ryzyka wystąpienia nieprawidłowych parametrów seminogramu oraz ich wzajemnym współdziałaniu na jakość nasienia.

Format kwestionariusza zastosowany w tym badaniu jest powszechnie używany do gromadzenia danych dotyczących zdrowia publicznego. Zastosowano walidowany kwestionariusz do oceny jakości diety (204) i wystandaryzowany Międzynarodowy Kwestionariusz Aktywności Fizycznej, dostosowane do polskich warunków (200). Należy jednak pamiętać, iż ankietowani mogli mieć pewne uprzedzenia, szczególnie w przypadku wrażliwych pytań, co do których udzielane odpowiedzi mogły być postrzegane jako odpowiedzi pożądane społecznie, na przykład pytania dotyczące konsumpcji alkoholu. Ponadto w informacjach pozyskanych drogą wywiadu kwestionariuszowego istnieje możliwość wystąpienia „błędu pamięci” (ang. *Recall Bias*). Tym niemniej połączenie dużej liczebności grupy badanej jednoosobowo umożliwiło przedstawienie mocnych szacunkowych danych.

Możliwość porównywania wyników publikowanych przez innych autorów stwarza niekiedy pewne ograniczenia ze względu na kilka czynników. Jednym z nich jest wybór odmiennych parametrów nasienia do analizy jakimi posługiwali się badacze. W jednych pracach dokonano tych analiz w oparciu o wartości odsetkowe poszczególnych parametrów, w innych – całkowite wartości liczbowe. W prezentowanej pracy zastosowano oba te kryteria jednocześnie. Kolejnym elementem mogącym ograniczać interpretacje rezultatów to zbieranie informacji na temat czynników stylu życia z pomocą odmiennych kryteriów stosowanych przez różnych autorów.

Wyniki przeprowadzonych analiz

W początkowym etapie badań przeprowadzono analizę porównawczą częstości występowania poszczególnych czynników stylu życia u osób z obniżonymi parametrami nasienia w zestawieniu z osobami z prawidłowymi wynikami seminogramu i oszacowano czynniki ryzyka wystąpienia nieprawidłowości w zależności od ekspozycji na czynniki stylu życia. Przeprowadzono także analizę korelacji pomiędzy poszczególnymi czynnikami a parametrami seminologicznymi.

W prezentowanym badaniu, porównując częstotliwość występowania **niedowagi, nadwagi** czy **otyłości**, nie wykazano ryzyka wystąpienia nieprawidłowych parametrów nasienia. W pozostałych analizach statystycznych przeprowadzonych w niniejszym badaniu BMI również nie był powiązany ze zmianami jakości gamet męskich. Można zatem przyjąć, że uzyskane wyniki pozwoliły na oszacowanie wpływu wyłącznie pozostałych czynników, które oceniano w tym badaniu.

Analiza wyników dostępnego piśmiennictwa wskazuje, iż nadmierna masa ciała może być związana z obniżoną jakością nasienia (83,84,205), co nie znalazło potwierdzenia w niniejszej dysertacji. Wyniki dwóch, dużych, wieloośrodkowych badań są zgodne z wynikami niniejszej pracy (34,79). W jednej z tych prac porównywano parametr, którym była koncentracja ruchliwych plemników, a jako wartość graniczną różnicującą grupę badaną i kontrolną przyjęto wartość 12,5 mln/ml (79). Natomiast w drugiej, analizowano odsetek plemników o prawidłowej budowie morfologicznej, gdzie wartość 4% stanowiła punkt odcięcia różnicujący mężczyzn (34). Autorzy obu prac nie wykazali ryzyka obniżenia analizowanych parametrów względem BMI. Ciekawym wydaje się porównanie wyników przeprowadzonych w populacji polskiej. W badaniu Erkiert-Kusiak i wsp. oceniano dwa parametry: koncentrację i całkowitą liczbę plemników, gdzie zaobserwowano, iż oligozoospermia częściej występowała u otyłych osób niż u mężczyzn o prawidłowej masie ciała, a obniżona koncentracja plemników zarówno częściej u osób otyłych i z nadwagą, jednak bez znamienności statystycznej (206). W kolejnej pracy polskich autorów, gdzie analizowano 344 mężczyzn, u osób z nadwagą zaobserwowano obniżoną objętość ejakulatu, a otyłość była ujemnie związana z objętością ejakulatu i odsetkiem ruchliwych plemników w porównaniu z mężczyznami o prawidłowym BMI. Badacze opierali się na wartościach referencyjnych według WHO z 1999 roku (71). Sermondade i wsp. dokonali przeglądu dostępnej literatury badającej związek BMI z liczbą plemników. Na podstawie wyników z 21 badań ustalono, że nadwaga i otyłość były związane ze zwiększoną częstotliwością azoospermii lub oligozoospermii (87). Niektórzy autorzy sugerują, że tylko otyłość ciężka może negatywnie wpływać na męski potencjał rozrodczy. Mężczyźni z BMI powyżej 35 kg/m² mieli niższą całkowitą liczbę plemników w porównaniu z mężczyznami o normalnej masie ciała (207). W prezentowanej pracy jedynie dwóch mężczyzn sklasyfikowano z BMI powyżej 35 kg/m². W jednym z badań autorzy zaobserwowali, iż wzrost BMI był odwrotnie skorelowany z liczbą prawidłowych morfologicznie ruchliwych plemników (*ang. NMS, total number of normal-motile spermatozoa*). Wykazali, iż NMS u otyłych mężczyzn była znacznie niższa niż u osób z prawidłowym BMI (odpowiednio 0,7 mln i 18,6 mln plemników). Autorzy nie podali jednak jaka była wartość graniczna tej subpopulacji plemników, a analizę oparto na rekomendacjach WHO z 1999 roku (208). Bieniek i wsp. w wieloośrodkowym badaniu kohortowym wykazał ujemną korelację BMI z koncentracją plemników ($r = -0,08$, $p < 0,001$) i ruchliwością ($r = -0,07$, $p < 0,001$), siła związku była jednak stosunkowo niska (85). Belloc i wsp. stwierdzili, że zwiększenie BMI

było związane z obniżeniem wszystkich podstawowych parametrów analizy nasienia, z wyjątkiem budowy morfologicznej (209). W duńskim badaniu kohortowym obejmującym grupę ponad 2000 mężczyzn potwierdzono, że nadwaga i otyłość mogą znacząco zmieniać profil hormonalny we krwi mężczyzn, lecz obserwowano jedynie nieznaczne obniżenie jakości nasienia u osób z nadwagą ($BMI > 25 \text{ kg/m}^2$) (90). Niektóre badania wskazują na istotną zależność między liczbą plemników i otyłością, co podsumowano w metaanalizie MacDonalda i wsp. (86).

Rozbieżności w wynikach prezentowanych badań mogą zależeć od doboru populacji badanej, a także mogą być skutkiem nieuwzględnienia lub uwzględnienia różnych czynników zakłócających. Warto wspomnieć o ograniczeniach tego wskaźnika. BMI nie jest najdokładniejszym wskaźnikiem całkowitej zawartości tkanki tłuszczowej. Osoby z wysokim BMI mogą charakteryzować się budową mezomorficzną z dużą masą mięśniową. Nieco mniej powszechną metodą stosowaną do oceny otyłości jest pomiar obwodu talii, który może okazać się dokładniejszy w przewidywaniu problemów związanych z zaburzeniami płodności, co należałoby wziąć pod uwagę w dalszych badaniach (210).

Uzyskane wyniki badań własnych wskazują, iż **palenie tytoniu** jest niezależnym czynnikiem ryzyka teratozoospermii. Badania wpływu nikotynizmu na jakość nasienia stanowią najliczniejszą grupę badań spośród analizowanych czynników stylu życia. Wyniki jednych z nich wykazały istotny związek między paleniem tytoniu a obniżeniem jakości nasienia, jednak niektóre nie potwierdzają negatywnego wpływu nikotynizmu na parametry seminologiczne (34,68,79,211).

Wyniki prezentowanej pracy są odmienne z rezultatami badań przeprowadzonymi przez Povey i wsp. i Pacey i wsp., którzy nie wykazali wpływu palenia na odsetek plemników o prawidłowej morfologii (34) i koncentrację plemników o ruchu postępowym (79). Z kolei w badaniach Jeng i wsp. wykazano, że osoby palące powyżej 10 papierosów dziennie były bardziej narażone na teratozoospermie w porównaniu z niepalącymi (78).

W prezentowanej pracy wykazano ujemną korelację pomiędzy liczbą wypalanych papierosów dziennie a odsetkiem prawidłowych morfologicznie plemników. Naukowcy z Danii przeprowadzili w latach 1987 –2004 siedem niezależnych badań dotyczących jakości nasienia z udziałem ponad 2500 mężczyzn w wieku od 17 do 67 lat z różnych państw i regionów (Dania, Włochy, Belgia, Wielka Brytania, Polska, Szwecja, Grenlandia i Ukraina). Pacjenci zostali podzieleni na 4 grupy: osoby obecnie niepalące (59%

pacjentów), palących do 10 papierosów dziennie (17% pacjentów), palących 11-20 papierosów dziennie (20% pacjentów) oraz palących >20 papierosów dziennie (4% pacjentów). W badaniu wykazano między innymi, że w grupie mężczyzn palących >20 papierosów dziennie średnia koncentracja plemników była o 19% mniejsza niż u mężczyzn niepalących. Średnia liczba plemników w całym ejakulacie zmniejszyła się o 29%, podczas gdy ich ruchliwość obniżyła się średnio o 13% pomiędzy grupą mężczyzn niepalących a palących najwięcej. Najbardziej widoczne różnice istniały pomiędzy grupą niepalących i palących <20 papierosów dziennie. W pozostałych grupach palaczy także widoczny był trend w kierunku pogorszających się parametrów nasienia (mniejsza liczba plemników w ejakulacie, odsetek ruchliwych plemników i objętość ejakulatu). W związku z tym, iż badanie to obejmowało liczną grupę osób, jego wyniki mają dużą wartość i wskazują na to, że palenie może negatywnie wpływać na płodność mężczyzn obniżając parametry jego nasienia (76).

Podobnie, jak w przypadku oceny innych czynników, rozbieżności w wynikach tych badań mogą zależeć od doboru badanej populacji, a także mogą być skutkiem uwzględniania różnych kryteriów oceny narażenia i ekspozycji na dany czynnik.

Niewiele badań przeprowadzono wśród mężczyzn, którzy rzucili nałóg palenia. W pracy Santos i wsp. zaobserwowano wyraźną poprawę parametrów seminologicznych po zaprzestaniu palenia (77). Podobnie, w prezentowanej pracy, mężczyźni, którzy zgłaszali zaprzestanie palenia częściej mieli prawidłowe wartości odsetkowe gamet męskich o prawidłowej budowie. Możemy zinterpretować ten fakt, iż zaprzestanie palenia powodowało powrót do normalnego funkcjonowania jąder i spermatogenezy. Należy jednak zachować ostrożność ze względu na stosunkowo niewielką grupę objętą analizą w niniejszym badaniu (18% ogółu badanych).

Podsumowując, wyniki badań własnych wskazują, iż palenie papierosów ma ogólnie negatywny wpływ na parametry nasienia, szczególnie na budowę morfologiczną plemników. W dymie tytoniowym znajduje się wiele szkodliwych substancji chemicznych, które hamują endogenne mechanizmy obrony antyoksydacyjnej, narażając gamety męskie na stres oksydacyjny i mogą również przedostać się do plazmy nasienia poprzez różne sposoby dyfuzji i transport aktywny, w konsekwencji oddziaływać negatywnie na parametry nasienia (212).

Obecna struktura **spożycia alkoholu** w Polsce wskazuje, iż najczęściej spożywane jest piwo (55-56%) (213). W grupie pijących piwo przeważają mężczyźni (64%), mieszkańcy miast powyżej 20 tys. mieszkańców, z wykształceniem średnim i wyższym

(86%). Osiemdziesiąt trzy procent konsumentów piwa jest w wieku 25-45 lat (213).

Uzyskane wyniki badań własnych nie wskazały statystycznych różnic względem konsumpcji alkoholu w grupach mężczyzn z prawidłowymi i nieprawidłowymi parametrami nasienia. Warto zauważyć, iż większość osób deklarowała niskie bądź umiarkowane jego spożycie (91%), które według wzorców konsumpcji alkoholu nie niesie za sobą ryzyka zaistnienia poważnych szkód dla zdrowia fizycznego i somatycznego (202). Maksymalna ilość JSA/tydzień w badanej grupie wynosiła 17.

Co jednak ciekawe, w prezentowanym badaniu, można zauważyć, że osoby z oligozoospermią i teratozoospermią piją średnio sumarycznie mniej alkoholu wyrażonego w JSA/tydzień w porównaniu z osobami o prawidłowych wynikach dotyczących liczby plemników i ich budowy morfologicznej, a wśród osób spożywających piwo wykazano nieco częściej prawidłową liczbę plemników w ejakulacie. Na tej podstawie można wnioskować o braku negatywnego wpływu alkoholu, jeśli jest konsumowany na poziomie umiarkowanym. Większość autorów zgadza się, iż wpływ na płodność męską zależy od ilości konsumowanego alkoholu. W jednym z badań zaobserwowano, że przewlekłe i nadmierne spożycie alkoholu prowadziło stopniowo do teratozoospermii i oligoastenoteratozoospermii, a ostatecznie może doprowadzić do azoospermii (159). Jensen i wsp. w swoich badaniach wykazali, iż umiarkowane spożycie alkoholu nie obniżyło parametrów nasienia u zdrowych mężczyzn (155). Niektóre wyniki badań wskazują na brak wpływu konsumowanego alkoholu na parametry nasienia (34,79), inne badania wykazują nawet wpływ pozytywny (150,214).

W badaniu przeprowadzonym w Polsce przez Jurewicz i wsp. również wykazano, iż spożywanie czerwonego wina 1-3 razy w tygodniu zmniejszyło nieprawidłowości związane z budową morfologiczną plemników (w obrębie wstawki plemnika) (71). W badaniach Erkiert-Kusiak i wsp. wskazano na 2,6 razy większe prawdopodobieństwo oligozoospermii wśród osób pijących alkohol > 70 g/tydzień i 2,9 razy większe wśród pijących ≤ 70 g/tydzień. W przypadku koncentracji plemników iloraz szans był jeszcze wyższy: 3,2 razy większe prawdopodobieństwo nieprawidłowej koncentracji gamet (< 15 mln/ml) u wśród osób pijących > 70 g/tydzień i 5,7 wśród pijących ≤ 70 g/tydzień, jednak wyniki nie były znamienne statystycznie, wykazano również ujemną korelację między liczbą i koncentracją plemników a spożyciem alkoholu (odpowiednio: $r = -0,24$; $r = -0,25$, $p < 0,05$) (206). W badaniu Lewkow i wsp. porównano parametry nasienia z grupami mężczyzn

o niskim (do 140 g/tydzień) i wysokim spożyciu alkoholu (powyżej 140 g/tydzień), w którym autorzy nie wykazali różnic w podstawowych parametrach seminologicznych pomiędzy grupami (215). Z wyników badań Ricci i wsp. wynika, że mężczyźni, którzy konsumowali od 4 do 7 jednostek alkoholu tygodniowo, mieli lepszej jakości nasienie w porównaniu do pijących mniej - do 3 jednostek na tydzień (152). „Ochronny” efekt piwa, czy wina przez niektórych autorów tłumaczony jest przez fakt, iż zawierają one polifenole, które mogą mieć zdolność protekcyjną w stosunku do plemników (216,217). Należy jednak przyjąć, że postawiona teza o pozytywnym działaniu umiarkowanych ilości alkoholu wymagają dalszych badań i weryfikacji. Większość analiz wskazuje, iż długotrwałe i nadmierne spożywanie alkoholu wydaje się mieć szkodliwy wpływ na męskie hormony płciowe oraz jakość nasienia, może powodować także wzrost ogólnoustrojowego stresu oksydacyjnego, ponieważ etanol stymuluje wytwarzanie przez organizm reaktywnych form tlenu, ponadto osoby nadużywające alkoholu mogą mieć niedobory składników działających przeciwutleniająco (218).

Poszerzająca się wiedza na temat korzyści zdrowotnych wynikających z regularnej **aktywności fizycznej** powoduje, iż rośnie zainteresowanie wpływem uprawiania sportu na męski układ rozrodczy. W licznych opracowaniach podkreśla się, że określony typ treningu sportowego, intensywność wysiłku fizycznego, częstotliwość mogą istotnie zmienić parametry nasienia (219).

W prezentowanej pracy wykazano, iż rekreacyjne uprawianie sportu w czasie minimum trzech miesięcy przed badaniem zwiększało prawie trzykrotnie szanse na prawidłową objętość nasienia i 1,5- krotnie szansę na prawidłową całkowitą liczbę plemników o ruchu postępowym. W metaanalizie Ibanez-Perez i wsp. wykazano, że aktywność fizyczna rekreacyjna może mieć pozytywny wpływ na koncentrację lub ruchliwość progresywną plemników (147). W niektórych badaniach nie wykazano, aby aktywność fizyczna była związana z jakością nasienia (146,220). W niniejszej pracy oceniano również poziomu intensywności wysiłku fizycznego w czasie wolnym i zaobserwowano, iż mężczyźni o prawidłowej liczbie plemników o ruchu postępowym ($\geq 12,5$ mln/ejakulat) częściej deklarowali umiarkowaną i intensywną aktywność fizyczną. Z kolei osoby, u których ten parametr był obniżony – zgłaszały głównie niską intensywność wysiłku, która związana jest przede wszystkim z chodzeniem lub spacerowaniem (200). W niektórych pracach wykazano, iż słabsza jakość nasienia u mężczyzn może być związana z siedzącym trybem życia (142,221).

Wise i wsp. badaniu prospektywnym uwzględnili rodzaj dyscypliny sportowej i wykazali jedynie, iż jazda na rowerze co najmniej 5 godzin tygodniowo była związana z ryzykiem obniżonej koncentracji (poniżej 20 mln/ml) oraz obniżonej liczby ruchliwych plemników (poniżej 23 mln) (148).

W prezentowanej pracy okres rekreacyjnego uprawiania sportu (lata) dodatkowo korelował z kilkoma parametrami nasienia: koncentracją ($R=0,10$), całkowitą liczbą plemników ($R=0,11$), całkowitą liczbą plemników o ruchu postępowym ($R=0,11$) i całkowitą liczbą plemników morfologicznie prawidłowych w ejakulacji ($R=0,11$). Według badania opublikowanego przez Maleki i wsp. mężczyźni prowadzący siedzący tryb życia, którzy rozpoczęli serię ćwiczeń od trzech do pięciu razy w tygodniu, poprawili swoje parametry seminologiczne w ciągu kilku miesięcy. Naukowcy odkryli również, że mężczyźni ćwiczący umiarkowanie i nieprzerwanie poprawili jakość nasienia bardziej niż ci, którzy stosują nadmiernie intensywny wysiłek fizyczny (222).

Pewnym ograniczeniem w niniejszej pracy mogło być badanie aktywności fizycznej w czasie wolnym, bez uwzględnienia wysiłku podejmowanego w pracy zawodowej lub związanego z aktywnym transportem czy też pracami domowymi. Taka analiza może prowadzić do niedoszacowania ogólnego poziomu aktywności fizycznej. Z drugiej strony rekreacyjne uprawianie sportu sprzyja psychicznemu odprężeniu przydatnemu w łagodzeniu stresu zawodowego. Wyniki badań Jurewicz i wsp. wykazały, iż stres związany z przepracowaniem, praca pod presją czasu mogą negatywnie wpływać na parametry nasienia (223).

W ostatnich latach, zwrócono uwagę na możliwą zależność pomiędzy **sposobem żywienia** a płodnością męską (107–109). Większość dotychczasowych badań oceniała wpływ pojedynczych składników lub określonych grup żywności (224,225). W badaniach wykorzystywano również wzorce żywieniowe (118,120,121,226). W niniejszej pracy wykorzystano zdefiniowany wskaźnik żywieniowy (p-HDI-10) wyznaczony w oparciu o hipotezy (*a priori*), który jest częścią kwestionariusza do badania poglądów żywieniowych KomPAN (204). Nie znaleziono w piśmiennictwie wielu opracowań wykorzystujących określone *a priori* wzorce żywieniowe w badaniach nad wpływem diety na jakość nasienia. Kilka zdefiniowanych *a priori* wzorów żywieniowych, prócz korzyści zdrowotnych, wykazuje działanie przeciwutleniające i przeciwzapalne oraz chroniące przed chorobami przewlekłymi. Korzyści dla zdrowia reprodukcyjnego wynikające z ich stosowania są nadal w dużej mierze nieznane (227). W większości publikacji stosowano wzory żywieniowe wyznaczone metodą opartą o dane (*a posteriori*)

(118,120). Do tej pory tylko w kilku badaniach analizowano związek między przestrzeganiem zdefiniowanych wskaźników żywieniowych a parametrami seminologicznymi, które dostarczały dowodów łączących zdrową dietę z poprawą parametrów jakości nasienia (111,124,227).

W prezentowanej pracy większy udział procentowy osób z obniżoną liczbą plemników o ruchu postępowym zaobserwowano w grupie mężczyzn z niskim indeksem diety prozdrowotnej p-HDI-10. Można wnioskować, iż osoby te istotnie częściej nie przestrzegały zasad prawidłowego żywienia oraz konsumowały produkty uznawane za „niekorzystne” dla zdrowia, niż osoby z prawidłową wartością tego parametru. Co ciekawe, najwyższe wartości mediany całkowitej liczby plemników w ejakulacie oraz całkowitej liczby plemników o prawidłowej budowie morfologicznej miały osoby o umiarkowanym natężeniu diety prozdrowotnej (średni indeks p-HDI-10), natomiast najniższe wartości wyżej wymienionych parametrów odnotowano u osób o małym natężeniu cech prozdrowotnych w diecie (niski indeks p-HDI-10). Pewne podobieństwo można wskazać w publikacji Danielewicz i wsp., gdzie również wykazano, iż przestrzeganie zasad prawidłowego żywienia nie wpłynęło znacząco na zmianę parametrów nasienia, ale już niezdrowa dieta w stylu zachodnim może pogarszać jego jakość (226). Wyniki prezentowanej pracy były nieco odmienne od tych, które dostarczały dowodów łączących zdrową dietę z poprawą parametrów jakości nasienia. Efrat i wsp. wykazali pozytywny związek między wskaźnikiem zdrowego odżywiania (ang. HEI, *Healthy Eating Index*), alternatywnym wskaźnikiem zdrowego żywienia (ang. AHEI, *Alternative to Healthy Eating Index*), alternatywnym wskaźnikiem diety śródziemnomorskiej (ang. aMED, *alternatywna dieta śródziemnomorska*) i dietą o działaniu hipotensyjnym (ang. DASH, *Dietary Approach to Stop Hypertension*) a kilkoma parametrami nasienia wśród izraelskich mężczyzn (124). Cutillas-Tolín i wsp. zaobserwowali statystycznie istotne pozytywne związki między indeksem DASH a koncentracją plemników, całkowitą liczbą plemników i całkowitą ruchliwością plemników (227).

W świetle współczesnych wyników badań wykazano, iż dieta śródziemnomorska może sprzyjać płodności u kobiet i mężczyzn, natomiast negatywnie wydaje się wpływać model diety typu „zachodniego”, charakteryzujący się dużą ilością wysoko przetworzonej żywności, dań typu *instant* i *fast food* a także produktów cukierniczych (111,121–123,228). W badaniach przeprowadzonych w Polsce przez Jurewicz i wsp. wykazano, iż osoby, których model diety określono jako „rozsądny” miały wyższą koncentrację plemników w porównaniu z osobami o modelu diety typu „zachodniego” (120), w innej pracy, również

w polskiej populacji wykazano, iż „zachodni” wzór żywienia był ryzykiem wystąpienia nieprawidłowej całkowitej liczby plemników, obniżonego odsetka plemników o ruchu postępowym oraz odsetka plemników o prawidłowej morfologii (226).

W wynikach pracy Danielewicz i wsp. silniejsze przestrzeganie diety DASH wiązało się z większą całkowitą liczbą i koncentracją plemników wyrażoną jako różnicę między trzecim i pierwszym tercylem w analizowanych układach badawczych (125).

W prezentowanej pracy wykazano, iż stosowanie diety o niskim indeksie p-HDI-10 pogarsza parametry nasienia, natomiast przestrzeganie zasad prawidłowego żywienia i wysokie spożycie takich produktów jak: pieczywo razowe, kasza gryczana, płatki owsiane, makaron pełnoziarnisty lub inne kasze gruboziarniste, potrawy z tzw. mięsa białego, ryby, owoce, warzywa, potrawy z nasion roślin strączkowych (fasoli, grochu, soi, soczewicy) nie wpłynęło znacząco na zmianę parametrów nasienia.

Jednym z wyjaśnień może być to, iż niektóre produkty związane ze zdrową dietą, takie jak na przykład soja, mogą obniżać płodność ze względu na obecność fitoestrogenów — substancji zaburzających gospodarkę hormonalną, a w konsekwencji obniżać parametry nasienia (126).

Jak sugerują najnowsze badania, zaburzenia mikroflory jelitowej spowodowane niewłaściwą dietą charakteryzującą się wysokim spożyciem tłuszczu i cukrów prostych mogą prowadzić do upośledzenia płodności (229). Ding i wsp. zbadali związek między dysbiozą wywołaną dietą wysokotłuszczową, a spermatogenezą oraz ruchliwością plemników u myszy. Zauważono znaczne zmniejszenie liczby plemników oraz obniżenie ich ruchliwości, co wskazuje na możliwy wpływ dysbiozy jelitowej na płodność (230). W świetle wyników tych badań interesujące wydaje się pogłębienie wiedzy na temat związku między mikrobiomem a płodnością męską.

W Polsce **słodzone napoje gazowane** w największych ilościach spożywają nastolatki i młodzi mężczyźni (128). Dlatego uzupełnieniem badań dotyczących jakości diety było oszacowanie częstotliwości spożycia słodzonych napojów gazowanych i ich wpływu na parametry nasienia. Doniesienia literaturowe na ten temat u ludzi są nieliczne. Jednak ostatnie badania na gryzoniach wykazały, że słodkie napoje negatywnie wpływają na reprodukcję u ssaków (132).

Analizując wyniki prezentowanego badania wykazano, iż spożywanie słodzonych napojów gazowanych może być niezależnym czynnikiem teratozoospermii. W analizie poszczególnych rodzajów napojów zaobserwowano, że

osoby z teratozoospermią i obniżoną liczbą plemników o prawidłowej budowie morfologicznej o ruchu postępowym częściej spożywały napoje typu cola. Uwagę zwraca jednak fakt, iż osoby spożywające napoje energetyczne w większości (około 70%), miały prawidłowy odsetek plemników o właściwej budowie morfologicznej, a prawidłową liczbę właściwych plemników wykazujących ruch postępowy miało aż 82% osób. Zarówno w przypadku napojów energetycznych jak i pozostałych (oranżady, lemoniady) były to jednak grupy bardzo mało liczne i te obserwacje mogą wynikać z błędu losowego.

Ciekawe wyniki otrzymała Jensen i wsp. w badaniu obejmującym ponad 2500 młodych duńskich mężczyzn. W pracy oceniano spożycie kofeiny z kawy i napoju typu cola. Spożycie kofeiny ≤ 800 mg dziennie i spożycie coli ≤ 14 butelek (0,5 litra) tygodniowo nie było związane z obniżoną jakością nasienia. Badacze zaobserwowali jednak wyraźny „próg”, po którym szczególnie spożycie coli (1 litr dziennie) wiązało się z obniżeniem jakości nasienia. Wskazali również, że przyczyną tego może być jakiś inny składnik zawarty w coli niż sama kofeina (24). Napoje słodzone cukrem zawierają wiele zanieczyszczeń (np. bisfenol A i ftalany), które pochodzą z plastikowych pojemników i których działanie może wywierać negatywny wpływ na jakość nasienia (231). W badaniu chińskich naukowców dotyczących konsumpcji coli wykazano związek ze zmniejszoną objętością nasienia o 4,1% przy spożyciu 1-2 butelek/tydzień lub o 12,5% ≥ 3 butelek/tydzień (129). Odkąd spożycie słodzonych napojów gazowanych jest wysokie wśród młodych Polaków uzyskane wyniki badań własnych oraz innych autorów, mogą stanowić istotną wskazówkę potencjalnego zagrożenie zdrowia reprodukcyjnego dla mężczyzn.

W ciągu ostatniej dekady nastąpił wzrost stosowania **odżywek białkowych** w kulturystyce, zwłaszcza wśród młodych mężczyzn ćwiczących na siłowniach (137).

Na rynku dostępne są odżywki o różnorodnym składzie, głównie to białko serwatkowe, kazeina, białko sojowe, aminokwasy rozgałęzione (ang. *BCAA, branched-chain amino acid*). Pomimo zakazów, mogą być skażone związkami potencjalnie toksycznymi dla reprodukcji (134).

W prezentowanej pracy zdecydowana większość badanych mężczyzn zadeklarowała, że nie używała ich w okresie ostatnich trzech miesięcy. Przeprowadzono analizę porównawczą parametrów seminologicznych wśród obecnie stosujących i osób spożywających w przeszłości, w porównaniu z mężczyznami, którzy nigdy nie korzystali z suplementacji. Wykazano jedynie, iż większy udział procentowy wśród przyjmujących odżywki białkowe stanowiły osoby, które miały prawidłową morfologię plemników, lecz

różnica ta nie była jednak istotna statystycznie.

W duńskim badaniu, w którym wzięło udział 778 zdrowych młodych mężczyzn nie wykazano również negatywnego związku pomiędzy korzystaniem z odżywek białkowych a parametrami jakości nasienia. Koncentracja i całkowita liczba plemników była wyższa u aktualnie używających odżywek białkowych, niż u nigdy ich niestosujących, ale bez statystycznie istotnego związku (134). W innej analizie dotyczącej mężczyzn uczęszczających na siłownię, u których zastosowano 12-tygodniową suplementację białka serwatkowego, autorzy zaobserwowali, iż istotnie wzrosła ruchliwość progresywna plemników (od 62,73% do 65,76%). Zmiany objętości nasienia, liczby plemników były nieistotne. Wyniki te pokazały, że suplementacja białka serwatkowego nie miała negatywnego wpływu na jakość nasienia. (135). W badaniu na gryzoniach również w przypadku stosowania odżywek zawierających aminokwasy rozgałęzione (BCAA) wykazano, że zarówno wysiłek aerobowy, jak i suplementacja niewielkich dawek BCAA wraz z aktywnością fizyczną o umiarkowanym charakterze istotnie wpłynęły na wzrost stężenia testosteronu oraz ruchliwość plemników (136).

Wyniki niniejszej pracy, jak i wyżej wymienionych, kontrastują z danymi Ketheeswarana i wsp., którzy zaobserwowali ponad dwukrotny wzrost mediany koncentracji plemników i całkowitej liczby gamet u niepłodnych mężczyzn, których poproszono o zaprzestanie stosowania suplementów przez kilka miesięcy. Badanie to opierało się jednak na niedużej populacji – 20 mężczyzn, bez grupy kontrolnej i nie wzięto pod uwagę potencjalnych zmian ich stylu życia w czasie obserwacji (137).

W prezentowanych badaniach własnych nie kontrolowano rodzaju suplementu i dawki. Choć nie wykazano negatywnego wpływu na jakość nasienia, konieczne wydaje się prowadzenie dalszych prac w tym kierunku. Jak wspomniano wcześniej substancje te mogą zawierać składniki toksyczne, nieujawnione na opakowaniach, które mogą wywierać niekorzystny wpływ na prokreację. Osoby suplementujące się często nie posiadają odpowiedniej wiedzy na temat bezpieczeństwa stosowania tych preparatów, co może się wiązać z szeregiem zagrożeń zdrowotnych. Podsumowując w przedstawionych powyżej wynikach badań własnych nie wykazano negatywnych zależności pomiędzy występowaniem obniżonych parametrów nasienia a stosowaniem odżywek białkowych, a raczej zauważono korzyści dla zdrowia reprodukcyjnego przy ich zażywaniu. Nie oznacza to jednak, że ich stosowanie jest bezpieczne, a osoby je stosujące powinny wybierać tylko te o znanym składzie.

Obecnie na całym świecie rośnie wykorzystanie **telefonów komórkowych**

i **laptopów**. Urządzenia te emitują promieniowanie elektromagnetyczne (PEM), które może wchodzić w interakcje z męskim układem rozrodczym. W literaturze przedmiotu pojawiły się interesujące doniesienia, mówiące o negatywnych skutkach związanych użytkowaniem urządzeń mobilnych na parametry nasienia (232).

Na podstawie powyższych informacji w niniejszej pracy podjęto analizę czasu przez jaki mężczyźni noszą telefon w bezpośrednim sąsiedztwie jąder (przednia kieszeń spodni) na jakość nasienia. Zauważono tendencję, bliską istotności statystycznej ($p=0,0504$), iż czas przechowywania telefonu komórkowego w kieszeni negatywnie wpływał na objętość ejakulatu. Nie wykazano wpływu na pozostałe parametry nasienia. W innych pracach wykazano, iż używanie telefonów komórkowych przez dłuższy czas niekorzystnie wpłynęło na jakość nasienia poprzez: obniżenie liczby plemników, ruchliwości, żywotności i morfologii (233). W jednym z badań wykazano, iż mężczyźni, którzy nosili telefon komórkowy w kieszeni spodni lub przy pasku, mieli niższy odsetek ruchliwych plemników i koncentracje niż mężczyźni, którzy nie nosili telefonu komórkowego lub nosili telefon komórkowy w innym miejscu przy ciele (234). W badaniu Wdowiak i wsp., autorzy odnotowali obniżenie odsetka plemników o ruchu postępowym i prawidłowej morfologii plemników związany z czasem ekspozycji na fale emitowane przez telefony GSM (sieć komórkowa drugiej generacji) oraz z częstotliwością korzystania z telefonu komórkowego (164). W metaanalizie Liu i wsp. wykazano, że korzystanie z telefonu komórkowego nie miało negatywnego wpływu na parametry nasienia ludzkiego (235). Z kolei w badaniu Zhang i wsp. stwierdzono, że niektóre aspekty korzystania z telefonu komórkowego mogą negatywnie wpływać na jakość nasienia u mężczyzn, zmniejszając objętość ejakulatu, koncentrację lub liczbę plemników (236). W jednym z badań wykazano istotne obniżenie całkowitej liczby ruchliwych plemników ze względu na czas korzystania z telefonu komórkowego, a także obniżony odsetek prawidłowych morfologicznie plemników u osób noszących telefon komórkowy w przedniej kieszeni spodni w porównaniu do osób, które nosiły w innym miejscu (237). Zastosowanie różnych modeli telefonów komórkowych, o różnej mocy promieniowania, długość ekspozycji oraz sposób korzystania częściowo ogranicza porównanie wyników badań z innymi autorami.

Budowa i rozmiar komputerów przenośnych pozwala na użytkowanie ich poprzez umieszczenie na kolanach. Choć jest to wygodne dla użytkownika, może być czynnikiem wpływającym na męski potencjał rozrodczy. Po umieszczeniu **laptopa**

w bezpośrednim sąsiedztwie jąder może dojść do wzrostu temperatury generowanej przez pole elektromagnetyczne (174).

W prezentowanej pracy nie wykazano jednak zwiększonego ryzyka obniżenia parametrów nasienia u osób korzystających z laptopów na kolanach. Nie znajduje to potwierdzenia w wynikach badania przeprowadzonych przez Avendano i wsp. wskazujących, że korzystanie tych urządzeń niekorzystnie wpływa na zdrowie reprodukcyjne mężczyzn (175). Podczas zbierania danych w niniejszej pracy ograniczono jednak udzielanie odpowiedzi przez ankietowanych na „tak” lub „nie”. W przyszłych badaniach warto wziąć pod uwagę skalę czasową i uwzględnić również inne czynniki związane z tym nawykiem, jak np. siedzący tryb życia, czy noszenie nieprzewiewnej odzieży.

W kolejnym etapie badań własnych przeprowadzono **analizy wieloczynnikowe** do zidentyfikowania wpływu współlistniejących zmiennych.

Należy pamiętać, że wszystkie czynniki stylu życia mogą skutkować skumulowanym działaniem. Typowe codzienne zachowania są trudne do oddzielenia, a ich wpływ może być złożony. Z drugiej strony modyfikacja konkretnych czynników, które mogą wpływać pozytywnie na poprawę wyniku parametrów seminologicznych, może zostać zniwelowana przez inny czynnik lub wieloczynnikowy wpływ stylu życia. W prezentowanej pracy podjęto próbę oceny oddziaływania współlistniejących czynników i oszacowano ich wpływ na każdy z analizowanych parametrów. W budowaniu modeli ważną rolę odgrywa dobór zmiennych, na podstawie których są one budowane. W poniższej pracy uwzględniono wszystkie analizowane czynniki stylu życia wraz z wiekiem badanych mężczyzn. Przy wykorzystaniu regresji wielorakiej obserwowano, które zmienne wpływają na badane parametry nasienia w sposób negatywny, stymulujący lub niwelujący oraz zmienne neutralne (nieistotne), czyli takie, które nie miały wpływu. Starano się również określić najczęstsze powiązania i współlistnienie czynników oraz jakie modyfikacje zachowań mogą potencjalnie pozytywnie wpływać na zmiany danego parametru nasienia. Dla każdej cechy nasienia zbudowano różne modele z czynnikami stylu życia analizowanymi w tej pracy. Ostatecznie w modelu uwzględniono te czynniki, które były istotne statystycznie. W obserwacji regresji zauważono, iż większość czynników istotnych w analizie jednoczynnikowej również była znamienna w analizie wieloczynnikowej, ale również niektóre czynniki nie uzyskały znamienności statystycznej w modelu wieloczynnikowym, a ich wpływ wydaje się mieć charakter neutralny (nieistotny) na dany parametr seminologiczny.

Na podstawie wyników uzyskanych w niniejszej pracy można stwierdzić, że u mężczyzn z obniżoną **objętością nasienia** (parvisemia) - rekreacyjne uprawianie sportu nie wydaje się być na tyle stymulującym czynnikiem wpływającym na poprawę parametru, jeśli osoby jednocześnie palą i przechowują telefon komórkowy w kieszeni spodni. Na zaburzenia dotyczące **koncentracji plemników** negatywny wpływ może mieć częste spożywanie napojów słodzonych, uwzględniając ich rodzaj (napoje typu cola) szczególnie przez osoby w młodszym wieku. Na zaburzenia związane z obniżoną **liczbą plemników w ejakulacie** mogą być narażone osoby palące i jednocześnie spożywające słodzone napoje gazowane. Obniżona **liczba plemników o ruchu postępowym** może być powiązana z występowaniem jednocześnie trzech czynników – palenia papierosów, spożywania słodzonych napojów gazowanych i diety o małym natężeniu cech prozdrowotnych. Co istotne - rekreacyjne uprawianie sportu nie wydaje się być wystarczająco korzystnym czynnikiem, który wpłynie na poprawę tego parametru u czynnych palaczy spożywających napoje gazowane z niskim indeksem diety prozdrowotnej. W analizie regresji, przedstawiającej kumulatywny wpływ na **odsetek prawidłowych form plemników**, pozytywny wpływ stosowania odżywek białkowych może być „zniesiony” u osób palących i spożywających słodzone napoje gazowane jednocześnie. Dieta o małym natężeniu cech prozdrowotnych u młodszych mężczyzn może wiązać się z obniżeniem **liczby plemników o prawidłowej budowie morfologicznej**. Dla najbardziej restrykcyjnego parametru jakim była wartość 0,5 mln **plemników prawidłowych morfologicznie o ruchu postępowym** jedynym czynnikiem w modelu negatywnie wpływającym na ten parametr było spożywanie słodzonych napojów gazowanych z uwzględnieniem jego rodzaju.

Wydaje się, iż zastosowanie modeli matematycznych do oszacowania wpływu na parametry nasienia może być pomocne w wyselekcjonowaniu mężczyzn wymagających spersonalizowanych porad w zakresie profilaktyki i zapobiegania problemom prokreacji. Jak dotąd nie znaleziono w literaturze przedmiotu podobnych opracowań. Występowanie tych zależności potwierdza konieczność podejmowania działań na rzecz zwiększenia świadomości mężczyzn i społeczeństwa w zakresie modyfikowania zachowań związanych ze stylem życia, które również mogą wpływać na wzrastający udział czynnika męskiego w niepłodności.

Należy podkreślić, że w prezentowanym badaniu nie sprawdzono, czy zmiany dotyczące jakości nasienia przekładały się na obniżenie płodności mężczyzn. W tym celu trzeba by zaplanować inne prospektywne badania.

W konkluzji, należy stwierdzić, iż wyniki pracy rzucają światło na to co można zrobić, aby przez zmianę niektórych nawyków i zachowań nie utracić szans na naturalną prokreację oraz na konieczność eliminowania czynników zagrażających płodności.

6. Wnioski

1. Palenie tytoniu oraz częstsze spożywanie słodzonych napojów gazowanych wiąże się z podwyższonym ryzykiem wystąpienia teratozoospermii.
2. Brak aktywności fizycznej sprzyja zmniejszeniu objętości nasienia i całkowitej liczby plemników o ruchu postępowym.
3. Nieprzestrzeganie diety o charakterze prozdrowotnym częściej związane jest z wystąpieniem obniżonej liczby plemników o ruchu postępowym.
4. Umiarkowana konsumpcja alkoholu, spożywanie odżywek białkowych, noszenie telefonu komórkowego w kieszeni spodni, korzystanie z laptopów umieszczonych bezpośrednio na kolanach nie różnicowały grup mężczyzn o prawidłowych i nieprawidłowych parametrach seminologicznych.
5. Na podstawie matematycznego modelu regresyjnego wykazano, że jednocześnie: palenie tytoniu, częste spożywanie słodzonych napojów gazowanych i nieprzestrzeganie diety o charakterze prozdrowotnym wiąże się negatywnie z liczbą plemników o ruchu postępowym.

7. Streszczenie

„Wpływ stylu życia na parametry męskiego nasienia”

WSTĘP

Ze względu na pogarszającą się jakość nasienia częstość występowania niepłodności u mężczyzn w ostatnich dziesięcioleciach wzrasta. Istnieją badania wskazujące, iż czynniki stylu życia mogą negatywnie wpływać na jakość nasienia, a w konsekwencji – na płodność mężczyzn. Niektóre z czynników dotyczących stylu życia mogą ulegać modyfikacjom, co sprawia, że każdy człowiek może mieć wpływ na swoje zdrowie, w tym zdrowie prokreacyjne. Do końca jednak nie wiadomo, które mają bardziej lub mniej istotne znaczenie.

W pracy przedstawiono zmienne z obszaru modyfikowalnych czynników stylu życia. Analizowano takie czynniki jak: palenie papierosów, konsumpcję alkoholu, aktywność fizyczną w czasie wolnym, nawyki żywieniowe, spożywanie słodzonych napojów gazowanych i odżywek białkowych, korzystanie z mobilnych urządzeń elektronicznych (telefon komórkowy noszony w przedniej kieszeni spodni, umieszczanie laptopa bezpośrednio na kolanach) w odniesieniu do parametrów seminologicznych u badanych osobników.

Ocena podstawowych parametrów nasienia (seminogram) nadal pozostaje głównym narzędziem badania potencjału rozrodczego. Męski czynnik niepłodności może wynikać z obniżonej liczby plemników lub całkowitego ich braku, obniżonego odsetka ruchliwości gamet, nieprawidłowej budowy morfologicznej plemników lub znacznie zmniejszonej objętości nasienia. Analizując seminogram dużą wartość diagnostyczną w przewidywaniu męskiej zdolności rozrodczej ma także ocena całkowitej liczby plemników w ejakulacie rozpatrywanej w kategorii ruchliwości i budowy morfologicznej.

CEL

Nadrzędnym celem pracy była analiza zależności pomiędzy powszechnie występującymi, modyfikowalnymi czynnikami związanymi ze stylem życia, a jakością męskiego nasienia.

Cel ten realizowano poprzez:

1. Ocenę, które z badanych zachowań mają istotny statystycznie wpływ na

wystąpienie prawidłowych lub nieprawidłowych parametrów seminologicznych.

2. Określenie składowych stylu życia, które w powiązaniu ze sobą wpływają w największym stopniu na analizowane cechy nasienia u mężczyzn.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono wśród 565 mężczyzn zgłaszających się po raz pierwszy na badanie seminologiczne do Pracowni Andrologii Ginekologiczno-Położniczego Szpitala Klinicznego Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu w latach 2018-2020. Oceny czynników stylu życia dokonano za pomocą walidowanych kwestionariuszy do oceny nawyków żywieniowych i aktywności fizycznej oraz autorskiej ankiety. Badania ankietowe i wywiad medyczny przeprowadzano przed otrzymaniem wyników seminogramu, aby wyeliminować stronniczość w czasie udzielania odpowiedzi u ankietowanych. Parametry jakości nasienia (objętość ejakulatu, koncentracja, całkowita liczba plemników, odsetek plemników o ruchu postępowym, odsetek plemników o prawidłowej budowie morfologicznej) oceniono zgodnie ze standardami piątej edycji podręcznika Światowej Organizacji Zdrowia z 2010 roku. Dodatkowo wyznaczono całkowitą liczbę plemników o ruchu postępowym w ejakulacie, liczbę plemników o prawidłowej budowie morfologicznej oraz liczbę plemników prawidłowych morfologicznie poruszających się ruchem postępowym. Wynik seminogramu decydował o przynależności danej osoby do grupy o prawidłowym wyniku bądź nieprawidłowym (obniżonym) w zakresie przyjętych wartości referencyjnych.

W analizie danych zastosowano podstawową statystykę opisową, analizy jednomiarowe. Ryzyko wystąpienia nieprawidłowych parametrów nasienia oceniono obliczając iloraz szans (OR) i 95% przedział ufności (CI). W następnej kolejności zbudowano wielowymiarowe modele regresji krokowej wstecznej. Celem modelowania wielowymiarowego w tym badaniu było oszacowanie efektu ekspozycji wielu czynników jednocześnie na osiem ilościowych i jakościowych parametrów nasienia.

WYNIKI

Wiek mężczyzn wahał się w zakresie od 21 do 53 lat, średnia dla całej grupy wynosiła 34 ± 5 lat.

Analizując procentowy rozkład badanych pod względem BMI nie wykazano istotnych różnic pomiędzy grupami o prawidłowych i nieprawidłowych parametrach

nasienia ($p > 0,05$).

Palenie tytoniu istotnie różnicowało mężczyzn w kategorii odsetka plemników o prawidłowej budowie morfologicznej ($p = 0,0272$). Iloraz szans wystąpienia teratozoospermii wśród mężczyzn palących wynosił 1,6 [95% CI: 1,05- 2,43].

Kolejnym czynnikiem poddanym analizie było spożywanie różnego rodzaju napojów alkoholowych. Nie wykazano istnienia istotnych statystycznie różnic w ilości spożytego alkoholu pomiędzy grupami mężczyzn z prawidłowymi i nieprawidłowymi parametrami nasienia ($p > 0,05$). Można jednakże zauważyć tendencję, że osoby z oligozoospermią i teratozoospermią piją sumarycznie mniej alkoholu wyrażonego w jednostkach standardowych w porównaniu do osób o prawidłowej liczbie plemników i prawidłowym odsetku plemników morfologicznie prawidłowych (odpowiednio: $p = 0,085$ i $p = 0,079$).

Aktywność fizyczna w czasie wolnym różnicowała istotnie mężczyzn względem takich parametrów jak: objętość ejakulatu ($p = 0,0418$) i liczba plemników o ruchu postępowym ($p = 0,0309$). Iloraz szans obliczony dla wystąpienia prawidłowej objętości nasienia dla uprawiających sport wyniósł 2,98 [95% CI: 0,96-9,25]. Iloraz szans obliczony dla wystąpienia prawidłowej liczby plemników o ruchu postępowym przy uprawianiu sportu w porównaniu do mężczyzn nieuprawiających sportu wyniósł 1,51 [95% CI: 1,04 - 2,19].

Mężczyzn sklasyfikowano również pod względem intensywności wysiłku na podstawie aktywności fizycznej rekreacyjnej wyrażonej w jednostkach MET-minuty/tydzień (równoważnik metaboliczny, MET). Wyróżniono mężczyzn o: małej aktywności fizycznej (< 600 MET-min/tydzień), umiarkowanej ($600-3000$ MET-min/tydzień), dużej (> 3000 MET-min/tydzień). Mężczyźni o prawidłowej liczbie plemników o ruchu postępowym zgłaszali częściej umiarkowaną i intensywną aktywność wysiłkową. Grupa mężczyzn z obniżoną całkowitą liczbą plemników o ruchu postępowym deklarowała częściej lekką intensywność wysiłkową ($p = 0,0482$).

Na podstawie wskazanych w kwestionariuszu częstotliwości spożycia pokarmów u badanych obliczono wskaźnik indeksu diety prozdrowotnej p-HDI-10. Zaobserwowano, że odsetek osób z niskim indeksem p-HDI-10 był wyraźnie większy w grupie osób z obniżoną liczbą plemników o ruchu postępowym ($p = 0,038$).

Wśród badanych osobników przeanalizowano również konsumpcję słodzonych

napojów gazowanych. Mężczyźni z teratozoospermią znamienne częściej spożywali słodzone napoje gazowane, niż osobnicy z prawidłowymi formami plemników ($p=0,0033$).

Następnym czynnikiem poddanym ocenie była suplementacja za pomocą odżywek białkowych. Nie odnotowano istotnych różnic cech ejakulatu w grupach analizowanych pod względem stosowania odżywek dla sportowców ($p>0,05$).

Analizując procentowy rozkład badanych nie zaobserwowano także znamienych różnic w grupach z prawidłowymi i nieprawidłowymi parametrami nasienia względem czasu, jaki mężczyźni przechowywali telefon komórkowy w przedniej kieszeni spodni. Zauważono jedynie tendencję, bliską istotności statystycznej ($p=0,0504$), iż osobnicy z obniżoną objętością ejakulatu częściej zgłaszali dłuższy czas przechowywania telefonu w przedniej kieszeni spodni, niż osoby z prawidłową objętością ejakulatu.

Badano również korzystanie z laptopów na kolanach. Na podstawie analizy porównawczej grup z prawidłowymi i nieprawidłowymi parametrami nasienia nie wykazano różnic wśród mężczyzn, którzy korzystają z laptopów umieszczonych bezpośrednio na kolanach ($p>0,05$).

Następnie, w analizie regresji, sprawdzono, które powiązane ze sobą czynniki stylu życia kształtują istotnie parametry seminogramu. Na podstawie zbudowanych modeli regresji wykazano, że głównie dwie zmienne: palenie papierosów i spożywanie słodzonych napojów gazowanych były najbardziej dominującymi powiązanymi czynnikami kształtującymi istotnie wartości: całkowitej liczby plemników oraz odsetka prawidłowych morfologicznie plemników. W przypadku całkowitej ruchliwości postępowej plemników, oprócz palenia papierosów i spożywania słodzonych napojów gazowanych, dodatkowo trzecia zmienna – nawyki żywieniowe o małym natężeniu cech prozdrowotnych były powiązane negatywnie z tym parametrem. Z kolei wyniki w modelu wieloczynnikowym na parametr dotyczący liczby plemników prawidłowych morfologicznie poruszających się ruchem postępowym wykazały negatywny wpływ tylko jednej zmiennej – spożywanie słodzonych napojów gazowanych. W większości, czynniki, które w modelu jednomiarowym były znamienne statystycznie lub wykazywały tendencje były również istotnie statystyczne w modelu wieloczynnikowym, czego przykładem jest negatywny wpływ palenia papierosów w powiązaniu z noszeniem telefonu komórkowego w kieszenie spodni na objętość nasienia.

WNIOSKI

1. Palenie tytoniu oraz częstsze spożywanie słodzonych napojów gazowanych wiąże się z podwyższonym ryzykiem wystąpienia teratozoospermii.
2. Brak aktywności fizycznej sprzyja zmniejszeniu objętości nasienia i całkowitej liczby plemników o ruchu postępowym.
3. Nieprzestrzeganie diety o charakterze prozdrowotnym częściej związane jest z wystąpieniem obniżonej liczby plemników o ruchu postępowym.
4. Umiarkowana konsumpcja alkoholu, spożywanie odżywek białkowych, noszenie telefonu komórkowego w kieszeni spodni, korzystanie z laptopów umieszczonych bezpośrednio na kolanach nie różnicowały grup mężczyzn o prawidłowych i nieprawidłowych parametrach seminologicznych.
5. Na podstawie matematycznego modelu regresyjnego wykazano, że jednocześnie: palenie tytoniu, częste spożywanie słodzonych napojów gazowanych i nieprzestrzeganie diety o charakterze prozdrowotnym wiąże się negatywnie z liczbą plemników o ruchu postępowym.

Słowa kluczowe: niepłodność męska; czynniki stylu życia; parametry nasienia

8. Abstract

“The influence of lifestyle factors on semen quality”

INTRODUCTION

The incidence of male infertility has been notably increasing over the last decades due to the steadily deteriorating semen quality. A number of studies found a relationship between lifestyle factors and the quality of semen, which in consequence may lead to male factor infertility. Certain lifestyle factors may be modified, allowing each individual to affect and modify their own health, including reproductive health. However, their exact impact and significance remain to be fully elucidated. The present study focused on variables which are included in the group of modifiable lifestyle factors. The following parameters have been analyzed: tobacco smoking, alcohol consumption, recreational physical activity, eating habits, consumption of sweetened soft drinks and protein nutrition products, as well as use of mobile electronic devices (mobile phones kept in the front trouser pocket, laptops placed directly on the lap).

The semen analysis test remains the main diagnostic tool to determine the male reproductive potential. Male factor infertility may result from low sperm count (oligozoospermia) or complete absence of spermatozoa (azoospermia) in the ejaculate, reduced progressive mobility of the spermatozoa (astenozoospermia), abnormal sperm morphology (teratozoospermia), or significantly decreased semen volume (parvispermia). Also, total count of motile and normal-shape sperms in the ejaculate, combined with semen analysis, has a high diagnostic value for predicting male reproductive potential.

OBJECTIVE

The main aim of the study was to analyze the relationship between common occurring, modifiable factors related to lifestyle and semen parameters.

This goal was achieved through:

1. Assessment of which of the studied behaviors have a statistically significant impact on the occurrence of normal or abnormal semen parameters.
2. Determination of the lifestyle components which, in combination with each other, have the greatest effect on the investigated semen parameters.

MATERIAL AND METHODS

The study was conducted among 565 men who presented for their first semen test to the Laboratory for Andrology, Obstetrics and Gynecology Hospital, Poznań University of Medical Sciences, between 2018 and 2020. Lifestyle parameters were evaluated using validated questionnaires for eating habits and physical activity as well as an original questionnaire designed for the purpose of the study. The questionnaires and the interview were completed before the results of the semen analysis were collected to avoid interviewee bias. The parameters of semen quality (volume, concentration, total sperm count, number of sperms with progressive motility and with normal morphology) were assessed in accordance with the 2010 WHO standards (World Health Organization laboratory manual for the examination and processing of human semen. 5th ed.). Additionally, total count of progressively motile, normal morphology, and normal morphology progressively motile sperms was measured. The result of the semen analysis was the decisive factor when subdividing the participants into normal or abnormal (low) sperm count groups (WHO, 2010).

Basic descriptive statistics (univariate analysis) was used in the study. The risk for abnormal semen parameters was assessed using the odds ratio (OR), with 95% confidence interval (CI). Next, multidimensional stepwise regression models were created. The goal of multidimensional modelling in this study was a simultaneous evaluation of the effect of a number of variables on eight quantitative and qualitative sperm parameters.

RESULTS

Participant age ranged from 21 to 53 years (mean: 34 ± 5 years).

No statistically significant differences were found in BMI between the subgroups with normal and abnormal semen parameters ($p > 0,05$).

Smoking was a statistically significant differentiating factor as far as normal morphology sperm ratio was concerned ($p = 0,0272$). The odds ratio for teratozoospermia among smokers was 1,6 [95% CI: 1,05 - 2,43].

Alcohol consumption was the next parameter to be analyzed. No statistically significant differences in alcohol consumption were found between the groups with normal as compared to abnormal semen parameters ($p > 0,05$). Nevertheless, men with oligozoospermia and teratozoospermia were found to drink less alcohol as compared to men with normal sperm count and normal morphology sperms ($p = 0,085$, $p = 0,079$,

respectively).

Recreational physical activity was a statistically significant differentiating factor for groups of men with the following parameters: volume of the ejaculate ($p=0,0418$) and number of progressively motile sperms ($p=0,0309$). The odds ratio for normal volume of the ejaculate for physically active participants was 2,98 [95% CI: 0,96-9,25]. The odds ratio for normal count of progressively motile sperms ($\geq 12,5$ mln/ejaculate) was 1,51 [95% CI: 1,04-2,19] for physically active as compared to physically inactive men.

The intensity of effort, based on the recreational physical activity expressed in MET-minute/week units (Metabolic Equivalent of Task), was also analyzed and the participants were subdivided into low- (<600 MET-min/week), moderate- (600-3000 MET-min/week), and high- (>3000 MET-min/week) intensity groups. Men with normal count of progressively motile sperms ($\geq 12,5$ mln/ejaculate) more often reported moderate- and high-intensity physical activity. The subgroup of men with low total count of progressively motile sperms (<12,5 mln) more often declared low-intensity physical effort ($p=0,0482$).

Based on the frequency of eating reported in the questionnaire, the pro-Healthy Diet Index (p-HDI-10) was calculated (high, moderate, low). Statistically significant differences between total count of progressively motile sperms and p-HDI-10 were found ($p=0,038$). The number of men with low p-HDI-10 was higher in the group with low count of progressively motile sperms (<12,5 mln) as compared to those with normal count of progressively motile sperms ($\geq 12,5$ mln).

Over half of the respondents (56%) reported consumption of sweetened soft drinks. Men with teratozoospermia more often consumed sweetened soft drinks as compared to those with normal-shape sperms ($p=0,0033$). The risk for teratozoospermia (OR=1,66; 95% CI: 1,18 - 2,32) was detected in consumers of sweetened soft drinks as compared to non-consumers.

As far as protein nutrition products are concerned, no statistically significant differences were found between any of the investigated sperm parameters among protein product users ($p>0,05$).

Also, no statistically significant differences were observed between normal and abnormal semen parameters and time of exposure to the mobile phone in the front trouser pocket. However, an almost statistically significant ($p=0,0504$) tendency was detected for

men with low semen volume to keep their mobile phones in the front pockets of their trousers for a longer periods of time as compared to individuals with normal ejaculate volume.

The effect of keeping the laptop directly on one's lap was also investigated but a comparative analysis detected no differences between normal and abnormal semen parameters and direct laptop exposure ($p>0,05$).

Next, the regression analysis was used to determine which of the concurrent lifestyle factors significantly affect the semen analysis parameters. Based on the regression models, two variables – smoking and consumption of sweetened soft drinks – were proved to constitute the dominant concurrent factors, which statistically significantly affected the total sperm count and the normal morphology sperm count. As far as total count of progressively motile sperm was concerned, also an additional third variable – unhealthy eating habits – was found to be negatively associated with this parameter.

On the other hand, the results of the multivariate analysis revealed that only one variable – consumption of sweetened soft drinks – had a negative effect on the number of normal morphology progressively motile sperms.

In most cases, the variables which were statistically significant or revealed a tendency to significance in univariate analysis, for example the negative impact of smoking combined with exposure to a mobile phone kept in the front pocket on semen volume, were also found to be statistically significant in multivariate analysis.

CONCLUSIONS

1. Smoking and frequent consumption of sweetened soft drinks are linked to elevated risk for the development of teratozoospermia.
2. Inactive lifestyle is a predictive factor for low semen volume as well as low total count of progressively motile sperms.
3. Unhealthy eating habits are more often associated with a decreased number of progressively motile sperms in the ejaculate.
4. Moderate consumption of alcohol as well as use of protein nutrition products, carrying the mobile phone in the trouser pocket, and placing the laptop computer directly on one's lap were not statistically significant factors to differentiate between normal and abnormal semen parameters.

5. Based on the mathematical regression models, concurrent smoking, frequent consumption of sweetened soft drinks and unhealthy eating habits were found to have a negative impact on the progressively motile sperm count.

Keywords: male infertility; lifestyle factors; semen quality

9. Piśmiennictwo

1. Radwan J. Epidemiologia niepłodności. W: Niepłodność i rozród wspomagany. Termedia; 2011. s. 11–44.
2. Koperwas M, Głowacka M. Problem niepłodności wśród kobiet i mężczyzn–epidemiologia, czynniki ryzyka i świadomość społeczna. Aspekty zdrowia i choroby. 2017;2(3).
3. Ombelet W. Global access to infertility care in developing countries: a case of human rights, equity and social justice. Facts Views Vis Obgyn. 2011;3(4):257–66.
4. Agarwal A, Mulgund A, Hamada A, Chyatte MR. A unique view on male infertility around the globe. Reprod Biol Endocrinol. 2015;13:37–37.
5. Inhorn MC, Patrizio P. Infertility around the globe: new thinking on gender, reproductive technologies and global movements in the 21st century. Human Reproduction Update. 1 lipiec 2015;21(4):411–26.
6. Makara-Studzińska M, Wdowiak A, Bakalczuk G, Bakalczuk S, Kryś K. Problemy emocjonalne wśród par leczonych z powodu niepłodności. Seksuologia Polska. 2012;10(1):28–35.
7. WHO. International statistical classification of diseases and related health problems. T. 2. 2010.
8. Szamatowicz M., Niepłodność. W: Położnictwo i ginekologia. Red Bręborowicz GH Warszawa: Wyd Lekarskie PZWL. 2005;737–54.
9. Carlsen E, Giwercman A, Keiding N, Skakkebaek NE. Evidence for decreasing quality of semen during past 50 years. BMJ. 12 wrzesień 1992;305(6854):609–13.
10. Centola GM, Blanchard A, Demick J, Li S, Eisenberg ML. Decline in sperm count and motility in young adult men from 2003 to 2013: observations from a U.S. sperm bank. Andrology. 1 marzec 2016;4(2):270–6.
11. Sharma R, Biedenharn KR, Fedor JM, Agarwal A. Lifestyle factors and reproductive

- health: taking control of your fertility. *Reprod Biol Endocrinol*. 16 lipiec 2013;11:66–66.
12. Andersson A-M, Jørgensen N, Main KM, Toppari J, Meyts ER-D, Leffers H, i in. Adverse trends in male reproductive health: we may have reached a crucial 'tipping point'. *International Journal of Andrology*. 1 kwiecień 2008;31(2):74–80.
 13. Auger J, Kunstmann JM, Czyglik F, Jouannet P. Decline in Semen Quality among Fertile Men in Paris during the Past 20 Years. *N Engl J Med*. 2 luty 1995;332(5):281–5.
 14. Romero-Otero J, Medina-Polo J, García-Gómez B, Lora-Pablos D, Duarte-Ojeda JM, García-González L, i in. Semen Quality Assessment in Fertile Men in Madrid During the Last 3 Decades. *Urology*. 1 czerwiec 2015;85(6):1333–8.
 15. Rolland M, Le Moal J, Wagner V, Royère D, De Mouzon J. Decline in semen concentration and morphology in a sample of 26,609 men close to general population between 1989 and 2005 in France. *Hum Reprod*. 2012/12/04 wyd. luty 2013;28(2):462–70.
 16. Rahban R, Priskorn L, Senn A, Stettler E, Galli F, Vargas J, i in. Semen quality of young men in Switzerland: a nationwide cross-sectional population-based study. *Andrology*. 1 listopad 2019;7(6):818–26.
 17. Merzenich H, Zeeb H, Blettner M. Decreasing sperm quality: a global problem? *BMC Public Health*. 19 styczeń 2010;10(1):24.
 18. Levine H, Jørgensen N, Martino-Andrade A, Mendiola J, Weksler-Derri D, Mindlis I, i in. Temporal trends in sperm count: a systematic review and meta-regression analysis. *Hum Reprod Update*. 1 listopad 2017;23(6):646–59.
 19. Sharpe RM. Environmental/lifestyle effects on spermatogenesis. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 27 maj 2010;365(1546):1697–712.
 20. World Health Organization. WHO laboratory manual for the examination and processing of human semen. 2010;
 21. Cooper TG, Noonan E, von Eckardstein S, Auger J, Baker HWG, Behre HM, i in. World Health Organization reference values for human semen characteristics*. *Human Reproduction Update*. 24 listopad 2009;16(3):231–45.

22. Gaur DS, Talekar MS, Pathak VP. Alcohol intake and cigarette smoking: impact of two major lifestyle factors on male fertility. *Indian journal of Pathology and Microbiology*. 2010;53(1):35.
23. Psaki SR, Chuang EK, Melnikas AJ, Wilson DB, Mensch BS. Causal effects of education on sexual and reproductive health in low and middle-income countries: A systematic review and meta-analysis. *SSM Popul Health*. 20 maj 2019;8:100386–100386.
24. Jensen TK, Swan SH, Skakkebaek NE, Rasmussen S, Jørgensen N. Caffeine Intake and Semen Quality in a Population of 2,554 Young Danish Men. *American Journal of Epidemiology*. 15 kwiecień 2010;171(8):883–91.
25. Ilacqua A, Izzo G, Emerenziani GP, Baldari C, Aversa A. Lifestyle and fertility: the influence of stress and quality of life on male fertility. *Reprod Biol Endocrinol*. 26 listopad 2018;16(1):115–115.
26. Braga DP de AF, Halpern G, Figueira R de CS, Setti AS, Iaconelli A Jr, Borges E Jr. Food intake and social habits in male patients and its relationship to intracytoplasmic sperm injection outcomes. *Fertility and Sterility*. 1 styczeń 2012;97(1):53–9.
27. Jensen TK, Andersson A-M, Jørgensen N, Andersen A-G, Carlsen E, Petersen J ørgen H, i in. Body mass index in relation to semen quality and reproductive hormones among 1,558 Danish men. *Fertility and Sterility*. 1 październik 2004;82(4):863–70.
28. Sekhavat L, Moein MR. The effect of male body mass index on sperm parameters. *The Aging Male*. 1 wrzesień 2010;13(3):155–8.
29. Evenson KR, Hesketh KR. Studying the Complex Relationships Between Physical Activity and Infertility. *Am J Lifestyle Med*. 2016/07/12 wyd. 2016;10(4):232–4.
30. Rossi BV, Abusief M, Missmer SA. Modifiable Risk Factors and Infertility: What are the Connections? *Am J Lifestyle Med*. 2014/12/16 wyd. 2014;10(4):220–31.
31. Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep*. 1985;100(2):126–31.

32. Jedlak A, Witkowska-Zimny M. Znajomość czynników wpływających na płodność wśród młodych mężczyzn. *Nursing Problems / Problemy Pielęgniarstwa*. 2017;25(3):154–60.
33. Daumler D, Chan P, Lo KC, Takefman J, Zelkowitz P. Men's knowledge of their own fertility: a population-based survey examining the awareness of factors that are associated with male infertility. *Hum Reprod*. 2016/11/05 wyd. grudzień 2016;31(12):2781–90.
34. Pacey AA, Povey AC, Clyma J-A, McNamee R, Moore HD, Baillie H, i in. Modifiable and non-modifiable risk factors for poor sperm morphology. *Human Reproduction*. 4 czerwiec 2014;29(8):1629–36.
35. Barratt CLR, Björndahl L, De Jonge CJ, Lamb DJ, Osorio Martini F, McLachlan R, i in. The diagnosis of male infertility: an analysis of the evidence to support the development of global WHO guidance-challenges and future research opportunities. *Hum Reprod Update*. 1 listopad 2017;23(6):660–80.
36. Guzick DS, Overstreet JW, Factor-Litvak P, Brazil CK, Nakajima ST, Coutifaris C, i in. Sperm Morphology, Motility, and Concentration in Fertile and Infertile Men. *N Engl J Med*. 8 listopad 2001;345(19):1388–93.
37. Jedrzejczak P, Taszarek-Hauke G, Hauke J, Pawelczyk L, Duleba AJ. Prediction of spontaneous conception based on semen parameters. *International Journal of Andrology*. 1 październik 2008;31(5):499–507.
38. Ochwanowska E, Stanisławska I, Łyp M, Chmielewski J, Czarny-Działak M, Florek-Łuszczki M. Wpływ dymu tytoniowego na płodność mężczyzn. *Medycyna Środowiskowa-Environmental Medicine*. 2017;20(2):46–51.
39. Jurewicz J, Radwan M, Sobala W, Radwan P, Jakubowski L, Hawuła W, i in. Lifestyle factors and sperm aneuploidy. *Reproductive Biology*. 1 wrzesień 2014;14(3):190–9.
40. DE JONGE C. Attributes of fertile spermatozoa: an update. *Journal of andrology*. 1999;20(4):463–73.
41. Kula K, Słowikowska-Hilczer J. Skrypt: Medycyna rozrodu z elementami seksuologii. Łódź: Wydawnictwo Uniwersytetu Medycznego; 2011. 35 s.

42. Kratz EM, Achcińska MK. Mechanizmy molekularne w procesie zapłodnienia: rola czynnika męskiego Molecular mechanisms of fertilization: the role of male factor. *Postepy Hig Med Dosw (online)*. 2011;65:784–95.
43. Mascarenhas MN, Flaxman SR, Boerma T, Vanderpoel S, Stevens GA. National, Regional, and Global Trends in Infertility Prevalence Since 1990: A Systematic Analysis of 277 Health Surveys. *PLOS Medicine*. 18 grudzień 2012;9(12):e1001356.
44. Bablok L, Dziadecki W, Szymusik I, Wolczynski S, Kurzawa R, Pawelczyk L, i in. Patterns of infertility in Poland-multicenter study. *Neuroendocrinology Letters*. 2011;32(6):799–804.
45. Łukaszuk K, Koziół K, Jakiel G, Jakimiuk A, Jędrzejczak P, Kuczyński W, i in. Diagnostyka i leczenie niepłodności – rekomendacje Polskiego Towarzystwa Medycyny Rozrodu i Embriologii (PTMRIE) oraz Polskiego Towarzystwa Ginekologów i Położników (PTGP). *Ginekologia i Perinatologia Praktyczna*. 2018;3(3):112–40.
46. Jørgensen N, Joensen UN, Jensen TK, Jensen MB, Almstrup K, Olesen IA, i in. Human semen quality in the new millennium: a prospective cross-sectional population-based study of 4867 men. *BMJ Open*. 1 styczeń 2012;2(4):e000990.
47. Macaluso M, Wright-Schnapp TJ, Chandra A, Johnson R, Satterwhite CL, Pulver A, i in. A public health focus on infertility prevention, detection, and management. *Fertility and Sterility*. 1 styczeń 2010;93(1):16.e1-16.e10.
48. Rocznik demograficzny 2020. Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2020.
49. Zegers-Hochschild F, Adamson GD, de Mouzon J, Ishihara O, Mansour R, Nygren K, i in. International Committee for Monitoring Assisted Reproductive Technology (ICMART) and the World Health Organization (WHO) revised glossary of ART terminology, 2009*. *Fertility and Sterility*. 1 listopad 2009;92(5):1520–4.
50. Lepecka-Klusek C, Pilewska-Kozak AB, Jakiel G. Niepłodność w świetle definicji choroby podanej przez WHO. *Medycyna Ogólna i Nauki o Zdrowiu*. 2012;18(2).
51. Havrylyuk A, Chopyak V, Nakonechnyyj A, Kurpisz M. [Novel aspects of human infertility: the role of the male factor]. *Postepy Hig Med Dosw (Online)*. listopad

2015;69:1228–38.

52. Łepecka-Klusek C, Pilewska - Kozak A, Jakiel G. Niepłodność w świetle definicji choroby podanej przez WHO. *Med Og Nauk Zdr.* 2012;18(2):163–6.
53. Winters BR, Walsh TJ. The Epidemiology of Male Infertility. *Urologic Clinics of North America.* 1 luty 2014;41(1):195–204.
54. Tüttelmann F, Nieschlag E. Classification of andrological disorders. W: *Andrology.* Springer; 2010. s. 87–92.
55. Clinical Andrology: EAU/ESAU Course Guidelines Edited By Lars Björndahl, Aleksander Giwercman, Herman Tournaye, Wolfgang Weidner Jun. 3rd, 2010.
56. EAU Guidelines. Edn. presented at the EAU Annual Congress Milan 2021. ISBN 978-94-92671-13-4.
57. Brinkworth M, Handelsman D. Environmental influences on male reproductive health. W: *Andrology.* Springer; 2010. s. 365–89.
58. Walczak-Jedrejowska R, Wolski JK, Slowikowska-Hilczer J. The role of oxidative stress and antioxidants in male fertility. *Cent European J Urol.* 2013/04/26 wyd. 2013;66(1):60–7.
59. Esteves SC, Miyaoka R, Agarwal A. An update on the clinical assessment of the infertile male. [corrected]. *Clinics (Sao Paulo).* 2011;66(4):691–700.
60. Skakkebaek NE, Rajpert-De Meyts E, Main KM. Testicular dysgenesis syndrome: an increasingly common developmental disorder with environmental aspects: Opinion. *Human Reproduction.* 1 maj 2001;16(5):972–8.
61. The ESHRE Capri Workshop Group. Intracytoplasmic sperm injection (ICSI) in 2006: Evidence and Evolution. *Human Reproduction Update.* 1 listopad 2007;13(6):515–26.
62. Janicka A, Spaczynski RZ, Koziol K, Radwan M, Kurzawa R. Assisted reproductive medicine in Poland, 2013–2016: Polish Society of Reproductive Medicine and Embryology (PTMRIE) and Fertility and Sterility Special Interest Group of the Polish Society of Gynaecologists and Obstetricians (SPiN PTGiP) report. *Ginekologia Polska.* 2021;92(1):7–15.

63. Rubino P, Viganò P, Luddi A, Piomboni P. The ICSI procedure from past to future: a systematic review of the more controversial aspects. *Human Reproduction Update*. 1 marzec 2016;22(2):194–227.
64. World Health Organization. The World Health Report 1998: Life in the 21st century a vision for all. W: The world health report 1998: life in the 21st century A vision for all. 1998. s. 241–241.
65. Pasternak-Winiarska A. Wybrane czynniki środowiskowe a ryzyko niepłodności mężczyzn. *Kosmos*. 2019;68(2):239–47.
66. <https://www.gov.pl/web/gis/postawy-polakow-wobec-palenia-tytoniu--raport-2017>.
67. Zhang ZH, Zhu HB, Li LL, Yu Y, Zhang HG, Liu RZ. Decline of semen quality and increase of leukocytes with cigarette smoking in infertile men. *Iran J Reprod Med*. lipiec 2013;11(7):589–96.
68. Sharma R, Harlev A, Agarwal A, Esteves SC. Cigarette Smoking and Semen Quality: A New Meta-analysis Examining the Effect of the 2010 World Health Organization Laboratory Methods for the Examination of Human Semen. *European Urology*. 1 październik 2016;70(4):635–45.
69. Mostafa RM, Nasrallah YS, Hassan MM, Farrag AF, Majzoub A, Agarwal A. The effect of cigarette smoking on human seminal parameters, sperm chromatin structure and condensation. *Andrologia*. 1 kwiecień 2018;50(3):e12910.
70. Aboulmaouahib S, Madkour A, Kaarouch I, Sefrioui O, Saadani B, Copin H, i in. Impact of alcohol and cigarette smoking consumption in male fertility potential: Looks at lipid peroxidation, enzymatic antioxidant activities and sperm DNA damage. *Andrologia*. 2018;50(3):e12926.
71. Jurewicz J, Radwan M, Sobala W, Ligocka D, Radwan P, Bochenek M, i in. Lifestyle and semen quality: role of modifiable risk factors. *Systems Biology in Reproductive Medicine*. 2014;60(1):43–51.
72. Asare-Anane H, Bannison SB, Ofori EK, Ateko RO, Bawah AT, Amanquah SD, i in. Tobacco smoking is associated with decreased semen quality. *Reproductive Health*. 5

sierpień 2016;13(1):90.

73. Li Y, Lin H, Li Y, Cao J. Association between socio-psycho-behavioral factors and male semen quality: systematic review and meta-analyses. *Fertility and Sterility*. 1 styczeń 2011;95(1):116–23.
74. Harlev A, Agarwal A, Gunes SO, Shetty A, du Plessis SS. Smoking and Male Infertility: An Evidence-Based Review. *World J Mens Health*. 2015/12/23 wyd. grudzień 2015;33(3):143–60.
75. Jenkins TG, James ER, Alonso DF, Hoidal JR, Murphy PJ, Hotaling JM, i in. Cigarette smoking significantly alters sperm DNA methylation patterns. *Andrology*. 1 listopad 2017;5(6):1089–99.
76. Ramlau-Hansen CH, Thulstrup AM, Aggerholm AS, Jensen MS, Toft G, Bonde JP. Is smoking a risk factor for decreased semen quality? A cross-sectional analysis. *Human Reproduction*. 1 styczeń 2007;22(1):188–96.
77. Prentki Santos E, López-Costa S, Chenlo P, Pugliese MN, Curi S, Ariagno J, i in. Impact of spontaneous smoking cessation on sperm quality: case report. *Andrologia*. 1 grudzień 2011;43(6):431–5.
78. Jeng HA, Chen Y-L, Kantaria KN. Association of cigarette smoking with reproductive hormone levels and semen quality in healthy adult men in Taiwan. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*. 23 luty 2014;49(3):262–8.
79. Povey AC, Clyma J-A, McNamee R, Moore HD, Baillie H, Pacey AA, i in. Modifiable and non-modifiable risk factors for poor semen quality: a case-referent study. *Human Reproduction*. 12 czerwiec 2012;27(9):2799–806.
80. Shi X, Chan CPS, Waters T, Chi L, Chan DY, Li T-C. Lifestyle and demographic factors associated with human semen quality and sperm function. *Systems Biology in Reproductive Medicine*. 2018;64(5):358–67.
81. Golli NE, Rahali D, Jrad-Lamine A, Dallagi Y, Jallouli M, Bdiri Y, i in. Impact of electronic-cigarette refill liquid on rat testis. *Toxicology Mechanisms and Methods*. 2016;26(6):417–24.

82. World Health Organization. Noncommunicable diseases country profiles 2018. 2018;
83. Macdonald A, Stewart A, Farquhar C. Body mass index in relation to semen quality and reproductive hormones in New Zealand men: a cross-sectional study in fertility clinics. *Human reproduction*. 2013;28(12):3178–87.
84. Eisenberg ML, Kim S, Chen Z, Sundaram R, Schisterman EF, Buck Louis GM. The relationship between male BMI and waist circumference on semen quality: data from the LIFE study. *Human Reproduction*. 1 luty 2014;29(2):193–200.
85. Bieniek JM, Kashanian JA, Deibert CM, Grober ED, Lo KC, Brannigan RE, i in. Influence of increasing body mass index on semen and reproductive hormonal parameters in a multi-institutional cohort of subfertile men. *Fertility and Sterility*. 1 październik 2016;106(5):1070–5.
86. MacDonald AA, Herbison GP, Showell M, Farquhar CM. The impact of body mass index on semen parameters and reproductive hormones in human males: a systematic review with meta-analysis. *Human Reproduction Update*. 1 styczeń 2010;16(3):293–311.
87. Sermondade N, Faure C, Fezeu L, Shayeb AG, Bonde JP, Jensen TK, i in. BMI in relation to sperm count: an updated systematic review and collaborative meta-analysis. *Human Reproduction Update*. 1 maj 2013;19(3):221–31.
88. M. Al-Ali B, Gutschi T, Pummer K, Zigeuner R, Brookman-May S, Wieland WF, i in. Body mass index has no impact on sperm quality but on reproductive hormones levels. *Andrologia*. 1 marzec 2014;46(2):106–11.
89. Obesity and reproduction: a committee opinion. *Fertility and Sterility*. 1 listopad 2015;104(5):1116–26.
90. Aggerholm AS, Thulstrup AM, Toft G, Ramlau-Hansen CH, Bonde JP. Is overweight a risk factor for reduced semen quality and altered serum sex hormone profile? *Fertility and Sterility*. 2008;90(3):619–26.
91. Wegner CC, Clifford AL, Jilbert PM, Henry MA, Gentry WL. Abnormally high body mass index and tobacco use are associated with poor sperm quality as revealed by reduced sperm binding to hyaluronan-coated slides. *Fertility and Sterility*. 1

styczeń 2010;93(1):332-4.

92. Hammoud AO, Wilde N, Gibson M, Parks A, Carrell DT, Meikle AW. Male obesity and alteration in sperm parameters. *Fertility and Sterility*. 1 grudzień 2008;90(6):2222-5.
93. Hammoud AO, Gibson M, Peterson CM, Meikle AW, Carrell DT. Impact of male obesity on infertility: a critical review of the current literature. *Fertility and Sterility*. 1 październik 2008;90(4):897-904.
94. Palmer NO, Bakos HW, Fullston T, Lane M. Impact of obesity on male fertility, sperm function and molecular composition. *Spermatogenesis*. 1 październik 2012;2(4):253-63.
95. Håkonsen LB, Thulstrup AM, Aggerholm AS, Olsen J, Bonde JP, Andersen CY, i in. Does weight loss improve semen quality and reproductive hormones? Results from a cohort of severely obese men. *Reprod Health*. 17 sierpień 2011;8:24-24.
96. Rafiee B, Morowvat MH, Rahimi-Ghalati N. Comparing the Effectiveness of Dietary Vitamin C and Exercise Interventions on Fertility Parameters in Normal Obese Men. *Urol J*. 16 kwiecień 2016;13(2):2635-9.
97. Mir J, Franken D, Andrabi SW, Ashraf M, Rao K. Impact of weight loss on sperm DNA integrity in obese men. *Andrologia*. 1 maj 2018;50(4):e12957.
98. Karavolos S, Panagiotopoulou N, Alahwany H, Martins da Silva S. An update on the management of male infertility. *The Obstetrician & Gynaecologist*. 1 październik 2020;22(4):267-74.
99. Fan W, Xu Y, Liu Y, Zhang Z, Lu L, Ding Z. Obesity or Overweight, a Chronic Inflammatory Status in Male Reproductive System, Leads to Mice and Human Subfertility. *Front Physiol*. 4 styczeń 2018;8:1117-1117.
100. Du Plessis SS, Cabler S, McAlister DA, Sabanegh E, Agarwal A. The effect of obesity on sperm disorders and male infertility. *Nature Reviews Urology*. 1 marzec 2010;7(3):153-61.
101. Giahi L, Mohammadmoradi S, Javidan A, Sadeghi MR. Nutritional modifications

in male infertility: a systematic review covering 2 decades. *Nutr Rev.* 2015/12/24 wyd. luty 2016;74(2):118–30.

102. Salas-Huetos A, Bulló M, Salas-Salvadó J. Dietary patterns, foods and nutrients in male fertility parameters and fecundability: a systematic review of observational studies. *Human Reproduction Update.* 10 marzec 2017;23(4):371–89.
103. Oostingh EC, Steegers-Theunissen RPM, de Vries JHM, Laven JSE, Koster MPH. Strong adherence to a healthy dietary pattern is associated with better semen quality, especially in men with poor semen quality. *Fertility and Sterility.* 1 kwiecień 2017;107(4):916-923.e2.
104. Salas-Huetos A, James ER, Aston KI, Jenkins TG, Carrell DT. Diet and sperm quality: Nutrients, foods and dietary patterns. *Reproductive Biology.* 1 wrzesień 2019;19(3):219–24.
105. Salas-Huetos A, Rosique-Esteban N, Becerra-Tomás N, Vizmanos B, Bulló M, Salas-Salvadó J. The Effect of Nutrients and Dietary Supplements on Sperm Quality Parameters: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Clinical Trials. *Advances in Nutrition.* 1 listopad 2018;9(6):833–48.
106. Ricci E, Al-Beitawi S, Cipriani S, Alteri A, Chiaffarino F, Candiani M, i in. Dietary habits and semen parameters: a systematic narrative review. *Andrology.* 1 styczeń 2018;6(1):104–16.
107. Afeiche M, Williams PL, Mendiola J, Gaskins AJ, Jørgensen N, Swan SH, i in. Dairy food intake in relation to semen quality and reproductive hormone levels among physically active young men. *Hum Reprod.* 2013;28(8):2265–75.
108. Gaskins AJ, Colaci DS, Mendiola J, Swan SH, Chavarro JE. Dietary patterns and semen quality in young men. *Hum Reprod.* październik 2012;27(10):2899–907.
109. Chiu YH, Afeiche MC, Gaskins AJ, Williams PL, Mendiola J, Jørgensen N, i in. Sugar-sweetened beverage intake in relation to semen quality and reproductive hormone levels in young men. *Hum Reprod.* 2014/05/08 wyd. lipiec 2014;29(7):1575–84.
110. Jurewicz J, Radwan M, Sobala W, Gromadzińska J, Jabłońska E, Radwan P, i in.

Dietary Patterns and the Frequency of Disomy in Human Sperm. *Urology*. 1 lipiec 2016;93:86–91.

111. Karayiannis D, Kontogianni MD, Mendorou C, Douka L, Mastrominas M, Yiannakouris N. Association between adherence to the Mediterranean diet and semen quality parameters in male partners of couples attempting fertility. *Human Reproduction*. 16 grudzień 2016;32(1):215–22.
112. Arab A, Rafie N, Mansourian M, Miraghajani M, Hajianfar H. Dietary patterns and semen quality: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Andrology*. 1 styczeń 2018;6(1):20–8.
113. Benatta M, Kettache R, Buchholz N, Trinchieri A. The impact of nutrition and lifestyle on male fertility. *Arch Ital Urol Androl* [Internet]. 24 czerwiec 2020 [cytowane 27 luty 2021];92(2). Dostępne na: <https://pagepressjournals.org/index.php/aiua/article/view/aiua.2020.2.121>
114. Eskenazi B, Kidd SA, Marks AR, Slotter E, Block G, Wyrobek AJ. Antioxidant intake is associated with semen quality in healthy men. *Human Reproduction*. 1 kwiecień 2005;20(4):1006–12.
115. Zareba P, Colaci DS, Afeiche M, Gaskins AJ, Jørgensen N, Mendiola J, i in. Semen quality in relation to antioxidant intake in a healthy male population. *Fertility and Sterility*. 1 grudzień 2013;100(6):1572–9.
116. Mínguez-Alarcón L, Mendiola J, López-Espín JJ, Sarabia-Cos L, Vivero-Salmerón G, Vioque J, i in. Dietary intake of antioxidant nutrients is associated with semen quality in young university students. *Human Reproduction*. 1 wrzesień 2012;27(9):2807–14.
117. Sawaniewska B, Gajewska D, Lange E. Wpływ sposobu żywienia na płodność kobiet i mężczyzn. *Kosmos*. 2019;68(2):227–37.
118. Vujkovic M, de Vries JH, Dohle GR, Bonsel GJ, Lindemans J, Macklon NS, i in. Associations between dietary patterns and semen quality in men undergoing IVF/ICSI treatment. *Human Reproduction*. 1 czerwiec 2009;24(6):1304–12.
119. Liu C-Y, Chou Y-C, Chao JC-J, Hsu C-Y, Cha T-L, Tsao C-W. The Association

between Dietary Patterns and Semen Quality in a General Asian Population of 7282 Males. PLoS One. 28 lipiec 2015;10(7):e0134224–e0134224.

120. Jurewicz J, Radwan M, Sobala W, Radwan P, Bochenek M, Hanke W. Dietary Patterns and Their Relationship With Semen Quality. *Am J Mens Health*. 27 styczeń 2016;12(3):575–83.
121. Cutillas-Tolín A, Mínguez-Alarcón L, Mendiola J, López-Espín JJ, Jørgensen N, Navarrete-Muñoz EM, i in. Mediterranean and western dietary patterns are related to markers of testicular function among healthy men. *Human Reproduction*. 1 grudzień 2015;30(12):2945–55.
122. Gaskins AJ, Chavarro JE. Diet and fertility: a review. *American Journal of Obstetrics & Gynecology*. 1 kwiecień 2018;218(4):379–89.
123. Eslamian G, Amirjannati N, Rashidkhani B, Sadeghi M-R, Hekmatdoost A. Intake of food groups and idiopathic asthenozoospermia: a case-control study. *Human Reproduction*. 1 listopad 2012;27(11):3328–36.
124. Efrat M, Stein A, Pinkas H, Unger R, Birk R. Dietary patterns are positively associated with semen quality. *Fertility and Sterility*. 1 maj 2018;109(5):809–16.
125. Danielewicz A, Morze J, Przybyłowicz M, Przybyłowicz KE. Association of the Dietary Approaches to Stop Hypertension, Physical Activity, and Their Combination with Semen Quality: A Cross-Sectional Study. *Nutrients*. 22 grudzień 2019;12(1):39.
126. Chavarro JE, Toth TL, Sadio SM, Hauser R. Soy food and isoflavone intake in relation to semen quality parameters among men from an infertility clinic. *Hum Reprod*. 2008/07/23 wyd. listopad 2008;23(11):2584–90.
127. Mínguez-Alarcón L, Afeiche MC, Chiu Y-H, Vanegas JC, Williams PL, Tanrikut C, i in. Male soy food intake was not associated with in vitro fertilization outcomes among couples attending a fertility center. *Andrology*. 2015/06/20 wyd. lipiec 2015;3(4):702–8.
128. Jarosz M, Rychlik E. Napoje słodzone gazowane i ich związek z powstawaniem chorób dietozależnych. *Standardy Medyczne*. 2007;4(1):109–14.

129. Yang H, Chen Q, Zhou N, Sun L, Bao H, Tan L, i in. Lifestyles Associated With Human Semen Quality: Results From MARHCS Cohort Study in Chongqing, China. *Medicine (Baltimore)*. 1 lipiec 2015;94(28):e1166–e1166.
130. Hatch EE, Wesselink AK, Hahn KA, Michiel JJ, Mikkelsen EM, Sorensen HT, i in. Intake of Sugar-sweetened Beverages and Fecundability in a North American Preconception Cohort. *Epidemiology* [Internet]. 2018;29(3). Dostępne na: https://journals.lww.com/epidem/Fulltext/2018/05000/Intake_of_Sugar_sweetened_Beverages_and.8.aspx
131. Ricci E, Viganò P, Cipriani S, Somigliana E, Chiaffarino F, Bulfoni A, i in. Coffee and caffeine intake and male infertility: a systematic review. *Nutrition Journal*. 24 czerwiec 2017;16(1):37.
132. Ruff JS, Suchy AK, Hugentobler SA, Sosa MM, Schwartz BL, Morrison LC, i in. Human-relevant levels of added sugar consumption increase female mortality and lower male fitness in mice. *Nat Commun*. 2013;4:2245–2245.
133. <http://data.europa.eu/eli/reg/2011/1169/2018-01-01>.
134. Tøttenborg SS, Glazer CH, Hærvig KK, Høyer BB, Toft G, Hougaard KS, i in. Semen quality among young healthy men taking protein supplements. *Fertility and Sterility*. 1 lipiec 2020;114(1):89–96.
135. Ramadan Rabie A, Kamel Seddeik Abdel-Hameed A, Khaled Abul Fetouh Mohammed AF. IMPACT OF WHEY PROTEIN SUPPLEMENTATIONS ON FERTILITY PARAMETERS OF ADULT MALE GYM-GOERS. *Al-Azhar Medical Journal*. 2018;47(2):279–84.
136. Bahadorani M, Tavalaei M, Abedpoor N, Ghaedi K, Nazem MN, Nasr-Esfahani MH. Effects of branched-chain amino acid supplementation and/or aerobic exercise on mouse sperm quality and testosterone production. *Andrologia*. 1 marzec 2019;51(2):e13183.
137. Ketheeswaran S, Haahr T, Povlsen B, Laursen R, Alsbjerg B, Elbaek H, i in. Protein supplementation intake for bodybuilding and resistance training may impact sperm quality of subfertile men undergoing fertility treatment: a pilot study. *Asian J*

Androl. 2019;21(2):208-11.

138. Chwaszcz K, Dziubanek G, Rogala D. Are consumers of protein supplements available on the Polish market exposed to toxic metals? *Medycyna Ogólna i Nauki o Zdrowiu*. 2020;26(1):54-9.
139. World Health Organization. WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour: web annex: evidence profiles. 2020;
140. Serdyńska M., Pawelczyk L., Jędrzejczak P. Epidemiologia niepłodności. (W) *Ginekologia*, Red. Słomko Z., Wyd. Lekarskie PZWL, Warszawa, 2008, 465-470.
141. Hayden RP, Flannigan R, Schlegel PN. The Role of Lifestyle in Male Infertility: Diet, Physical Activity, and Body Habitus. *Current Urology Reports*. 17 maj 2018;19(7):56.
142. Gaskins AJ, Mendiola J, Afeiche M, Jørgensen N, Swan SH, Chavarro JE. Physical activity and television watching in relation to semen quality in young men. *Br J Sports Med*. luty 2015;49(4):265-70.
143. Maleki BH, Tartibian B. High-Intensity Exercise Training for Improving Reproductive Function in Infertile Patients: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Obstetrics and Gynaecology Canada*. 1 lipiec 2017;39(7):545-58.
144. Foucaut A-M, Faure C, Julia C, Czernichow S, Levy R, Dupont C, i in. Sedentary behavior, physical inactivity and body composition in relation to idiopathic infertility among men and women. *PLOS ONE*. 24 kwiecień 2019;14(4):e0210770.
145. S du Plessis S, Kashou A, Vaamonde D, Agarwal A. Is there a link between exercise and male factor infertility? *The open reproductive science journal*. 2011;3(1).
146. Mínguez-Alarcón L, Chavarro JE, Mendiola J, Gaskins AJ, Torres-Cantero AM. Physical activity is not related to semen quality in young healthy men. *Fertil Steril*. październik 2014;102(4):1103-9.
147. Ibañez-Perez J, Santos-Zorrozuza B, Lopez-Lopez E, Matorras R, Garcia-Orad A. An update on the implication of physical activity on semen quality: a systematic review and meta-analysis. *Archives of Gynecology and Obstetrics*. 1 kwiecień

2019;299(4):901-21.

148. Wise LA, Cramer DW, Hornstein MD, Ashby RK, Missmer SA. Physical activity and semen quality among men attending an infertility clinic. *Fertil Steril*. 2010/12/03 wyd. 1 marzec 2011;95(3):1025-30.
149. World Health Organization. Global status report on alcohol and health 2018. World Health Organization; 2019.
150. Marinelli D, Gaspari L, Pedotti P, Taioli E. Mini-review of studies on the effect of smoking and drinking habits on semen parameters. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. 1 styczeń 2004;207(3):185-92.
151. Martini AC, Molina RI, Estofán D, Senestrari D, Fiol de Cuneo M, Ruiz RD. Effects of alcohol and cigarette consumption on human seminal quality. *Fertility and Sterility*. 1 sierpień 2004;82(2):374-7.
152. Ricci E, Noli S, Ferrari S, La Vecchia I, Cipriani S, De Cosmi V, i in. Alcohol intake and semen variables: cross-sectional analysis of a prospective cohort study of men referring to an Italian Fertility Clinic. *Andrology*. 1 wrzesień 2018;6(5):690-6.
153. Durairajanayagam D. Lifestyle causes of male infertility. *Arab Journal of Urology*. 1 marzec 2018;16(1):10-20.
154. Muthusami KR, Chinnaswamy P. Effect of chronic alcoholism on male fertility hormones and semen quality. *Fertility and Sterility*. 1 październik 2005;84(4):919-24.
155. Jensen TK, Swan S, Jørgensen N, Toppari J, Redmon B, Punab M, i in. Alcohol and male reproductive health: a cross-sectional study of 8344 healthy men from Europe and the USA. *Human Reproduction*. 3 czerwiec 2014;29(8):1801-9.
156. Pajarinen J, Karhunen PJ, Savolainen V, Lalu K, Penttilä A, Laippala P. Moderate Alcohol Consumption and Disorders of Human Spermatogenesis. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*. 1 kwiecień 1996;20(2):332-7.
157. Dosumu OO, Osinubi AAA, Duru FIO. Alcohol induced testicular damage: Can abstinence equal recovery? *Middle East Fertility Society Journal*. 1 wrzesień 2014;19(3):221-8.

158. Agarwal A, Aponte-Mellado A, Premkumar BJ, Shaman A, Gupta S. The effects of oxidative stress on female reproduction: a review. *Reproductive Biology and Endocrinology*. 29 czerwiec 2012;10(1):49.
159. Sermondade N, Elloumi H, Berthaut I, Mathieu E, Delarouzière V, Ravel C, i in. Progressive alcohol-induced sperm alterations leading to spermatogenic arrest, which was reversed after alcohol withdrawal. *Reproductive BioMedicine Online*. 1 marzec 2010;20(3):324–7.
160. McMahon CG. Erectile dysfunction. *Internal Medicine Journal*. 1 styczeń 2014;44(1):18–26.
161. Karagiannis A, Harsoulis F. Gonadal dysfunction in systemic diseases. *European Journal of Endocrinology eur j endocrinol*. 1 kwiecień 2005;152(4):501–13.
162. Ricci E, Al Beitawi S, Cipriani S, Candiani M, Chiaffarino F, Viganò P, i in. Semen quality and alcohol intake: a systematic review and meta-analysis. *Reproductive BioMedicine Online*. 1 styczeń 2017;34(1):38–47.
163. Gautam R, Priyadarshini E, Nirala J, Rajamani P. Impact of nonionizing electromagnetic radiation on male infertility: an assessment of the mechanism and consequences. *International Journal of Radiation Biology*. 2021;0(0):1–22.
164. Wdowiak A, Wdowiak L, Wiktor H. Evaluation of the effect of using mobile phones on male fertility. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*. 2007;14(1).
165. Feliksiak M. Korzystanie z telefonów komórkowych, Komunikat z badań NR 99/2017, CBOS, Warszawa, 2017. Search in. 2017;1.
166. Wdowiak A, Mazurek P. Oddziaływanie pola elektromagnetycznego na proces hiperaktywacji nasienia-badanie pilotażowe. *Przegląd Elektrotechniczny*. 2017;93(1):221–4.
167. Adams JA, Galloway TS, Mondal D, Esteves SC, Mathews F. Effect of mobile telephones on sperm quality: A systematic review and meta-analysis. *Environment International*. 2014;70:106–12.

168. Fejes I, Zavaczki Z, Szollosi J, Koloszar S, Daru J, Kovacs L, i in. Is there a relationship between cell phone use and semen quality? *Arch Androl.* 2005;51(5):385–93.
169. Radwan M, Jurewicz J, Merecz-Kot D, Sobala W, Radwan P, Bochenek M, i in. Sperm DNA damage—the effect of stress and everyday life factors. *International Journal of Impotence Research.* 1 lipiec 2016;28(4):148–54.
170. Agarwal A, Desai NR, Makker K, Varghese A, Mouradi R, Sabanegh E, i in. Effects of radiofrequency electromagnetic waves (RF-EMW) from cellular phones on human ejaculated semen: an in vitro pilot study. *Fertility and Sterility.* 2009;92(4):1318–25.
171. De Iuliis GN, Newey RJ, King BV, Aitken RJ. Mobile Phone Radiation Induces Reactive Oxygen Species Production and DNA Damage in Human Spermatozoa In Vitro. *PLOS ONE.* 31 lipiec 2009;4(7):e6446.
172. Liu C, Duan W, Xu S, Chen C, He M, Zhang L, i in. Exposure to 1800MHz radiofrequency electromagnetic radiation induces oxidative DNA base damage in a mouse spermatocyte-derived cell line. *Toxicology Letters.* 27 marzec 2013;218(1):2–9.
173. Lewis RC, Mínguez-Alarcón L, Meeker JD, Williams PL, Mezei G, Ford JB, i in. Self-reported mobile phone use and semen parameters among men from a fertility clinic. *Reprod Toxicol.* 2016/11/09 wyd. styczeń 2017;67:42–7.
174. Sheynkin Y, Jung M, Yoo P, Schulsinger D, Komaroff E. Increase in scrotal temperature in laptop computer users. *Human Reproduction.* 1 luty 2005;20(2):452–5.
175. Avendaño C, Mata A, Sanchez Sarmiento CA, Doncel GF. Use of laptop computers connected to internet through Wi-Fi decreases human sperm motility and increases sperm DNA fragmentation. *Fertility and Sterility.* 1 styczeń 2012;97(1):39–45.e2.
176. Wdowiak A, Mazurek PA. Wpływ pola elektromagnetycznego na rozród człowieka. *Przegląd Elektrotechniczny.* 2016;92(1):124–7.
177. Łukaszuk K, Koziół K, Jakiel G, Jakimiuk A, Jędrzejczak P, Kuczyński W, i in. Diagnostyka i leczenie niepłodności—rekomendacje Polskiego Towarzystwa

Medycyny Rozrodu i Embriologii (PTMRiE) oraz Polskiego Towarzystwa Ginekologów i Położników (PTGP). *Ginekologia i Perinatologia Praktyczna*. 2018;3(3):112–40.

178. Walczak-Jędrzejowska R. Podstawowe badanie nasienia wg standardów Światowej Organizacji Zdrowia z roku 2010. Rekomendacje Polskiego Towarzystwa Andrologicznego i Krajowej Izby Diagnostów Laboratoryjnych. Krajowa Izba Diagnostów Laboratoryjnych. Warszawa 2016. s:3-76.
179. Jungwirth A, Diemer T, Kopa Z, Krausz C, Minhas S, Tournaye H, i in. *EAU Guidelines of Male Infertility*. 2018;
180. Björndahl L. What is normal semen quality? On the use and abuse of reference limits for the interpretation of semen analysis results. *Human Fertility*. 2011;14(3):179–86.
181. Brazil C. Practical semen analysis: from A to Z. *Asian J Androl*. styczeń 2010;12(1):14–20.
182. Hamilton JAM, Cissen M, Brandes M, Smeenk MJ, de Bruin JP, Kremer JAM, i in. Total motile sperm count: a better indicator for the severity of male factor infertility than the WHO sperm classification system. *Human Reproduction*. 1 maj 2015;30(5):1110–21.
183. Esteves SC, Zini A, Aziz N, Alvarez JG, Sabanegh ES Jr, Agarwal A. Critical Appraisal of World Health Organization's New Reference Values for Human Semen Characteristics and Effect on Diagnosis and Treatment of Subfertile Men. *Urology*. 1 styczeń 2012;79(1):16–22.
184. Schrader SM, Kesner JS. Male Reproductive Toxicology. In Paul M, ed. *Occupational and Environmental Reproductive Hazards*. Philadelphia, PA: Lippincott, Williams and Wilkins;1993:3-17.
185. Wang C, Swerdloff RS. Limitations of semen analysis as a test of male fertility and anticipated needs from newer tests. *Fertil Steril*. 2014/11/25 wyd. grudzień 2014;102(6):1502–7.
186. STAHL PJ, STEMBER DS, SCHLEGEL PN. Interpretation of the Semen Analysis

and Initial Male Factor Management. Clinical Obstetrics and Gynecology [Internet]. 2011;54(4). Dostępne na: https://journals.lww.com/clinicalobgyn/Fulltext/2011/12000/Interpretation_of_the_Semen_Analysis_and_Initial.16.aspx

187. Barratt CLR, Mansell S, Beaton C, Tardif S, Oxenham SK. Diagnostic tools in male infertility-the question of sperm dysfunction. Asian J Androl. 2010/11/22 wyd. styczeń 2011;13(1):53-8.
188. Oehninger S, Franken DR, Ombelet W. Sperm functional tests. Fertility and Sterility. 1 grudzień 2014;102(6):1528-33.
189. Mortimer D, Barratt CLR, Björndahl L, de Jager C, Jequier AM, Muller CH. What should it take to describe a substance or product as 'sperm-safe'. Human Reproduction Update. 1 kwiecień 2013;19(suppl_1):i1-45.
190. Olea N, Sharpe R, Jegou B, Toppari J, Skakkebaek N, Schlatt S. Male reproductive health. Its impacts in relation to general wellbeing and low European fertility rates. European Science Foundation. Science Policy Briefing. 2010;40.
191. EVENSON DP, JOST LK, CORZETT M, BALHORN R. Characteristics of Human Sperm Chromatin Structure Following an Episode of Influenza and High Fever: A Case Study. Journal of Andrology. 10 wrzesień 2000;21(5):739-46.
192. Sergerie M, Mieusset R, Croute F, Daudin M, Bujan L. High risk of temporary alteration of semen parameters after recent acute febrile illness. Fertility and Sterility. 1 październik 2007;88(4):970.e1-970.e7.
193. Levin RM, Amsterdam JD, Winokur A, Wein AJ. Effects of psychotropic drugs on human sperm motility**Supported in part by the McCabe Fund, by NIMH Grant MH-32702 (Dr. Amsterdam), by NIMH Research Scientist Development Award MH-0044 (Dr. Winokur), by research funds from the Veterans Administration, and by the Michael R. Babbitts Fund for Psychoneuroendocrinology. Fertility and Sterility. 1 październik 1981;36(4):503-6.
194. Tanrikut C, Schlegel PN. Antidepressant-Associated Changes in Semen Parameters. Urology. 1 styczeń 2007;69(1):185.e5-185.e7.

195. Isojärvi JIT, Löfgren E, Juntunen KST, Pakarinen AJ, Päivänsalo M, Rautakorpi I, i in. Effect of epilepsy and antiepileptic drugs on male reproductive health. *Neurology*. 27 styczeń 2004;62(2):247.
196. Pichini S, Zuccaro P, Pacifici R. Drugs in Semen. *Clinical Pharmacokinetics*. 1 maj 1994;26(5):356–73.
197. World Health Organization. (2011): Waist Circumference and Waist-Hip Ratio- Report of a WHO Expert Consultation. Geneva, 8–11 December 2008. World Health Organization.
198. Jeżewska-Zychowicz M., Gawęcki J., Wądołowska L., Czarnocińska J., Galiński G., Kołłajtis-Dołowy A., Roszkowski W., Wawrzyniak A., Przybyłowicz K., Krusińska B., Hawrysz I., Słowińska M.A., Niedźwiedzka E. Kwestionariusz do badania poglądów i zwyczajów żywieniowych dla osób w wieku od 16 do 65 lat, wersja 1.1 – kwestionariusz administrowany przez ankietera-badacza. Rozdz. 1. (w:) Kwestionariusz do badania poglądów i zwyczajów żywieniowych oraz procedura opracowania danych. Red. Gawęcki J. Wyd. Komitetu Nauki o Żywieniu Człowieka Polskiej Akademii Nauk, Warszawa, 2014, 3-20. dostępny na stronie: <http://www.knozc.pan.pl/>.
199. Wądołowska L., Krusińska B. Procedura opracowania danych żywieniowych z kwestionariusza KomPAN. Rozdz.3. (w:) Kwestionariusz do badania poglądów i zwyczajów żywieniowych oraz procedura opracowania danych.Red. Gawęcki J. Wyd. Komitetu Nauki o Żywieniu Człowieka Polskiej Akademii Nauk, Warszawa, 2014, 34-51.dostępna na stronie: <http://www.knozc.pan.pl/>).
200. Biernat E, Stupnicki R, Gajewski AK. Międzynarodowy Kwestionariusz Aktywności Fizycznej (IPAQ)–wersja polska. *Wychowanie Fizyczne i Sport*. 2007;51(1):47–54.
201. AINSWORTH BE, HASKELL WL, HERRMANN SD, MECKES N, BASSETT DRJR, TUDOR-LOCKE C, i in. 2011 Compendium of Physical Activities: A Second Update of Codes and MET Values. *Medicine & Science in Sports & Exercise* [Internet]. 2011;43(8). Dostępne na: https://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/2011/08000/2011_Compendium_of_Physical_Activities__A_Second.2

202. Kalinowski A, Humphreys K. Governmental standard drink definitions and low-risk alcohol consumption guidelines in 37 countries. *Addiction*. 1 lipiec 2016;111(7):1293–8.
203. World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic. 2000;
204. Kowalkowska J, Wadolowska L, Czarnocinska J, Czlapka-Matyasik M, Galinski G, Jezewska-Zychowicz M, i in. Reproducibility of a Questionnaire for Dietary Habits, Lifestyle and Nutrition Knowledge Assessment (KomPAN) in Polish Adolescents and Adults. *Nutrients*. 1 grudzień 2018;10(12):1845.
205. Fariello RM, Pariz JR, Spaine DM, Cedenho AP, Bertolla RP, Fraietta R. Association between obesity and alteration of sperm DNA integrity and mitochondrial activity. *BJU International*. 1 wrzesień 2012;110(6):863–7.
206. Erkiert-Kusiak M, Słowikowska-Hilczer J, Walczak-Jędrzejowska R, Marchlewska K. Wpływ wybranych parametrów stylu życia na liczbę plemników u mężczyzn z nieplodnych par. *Diagnostyka Laboratoryjna*. 2019;55(4).
207. Chavarro JE, Toth TL, Wright DL, Meeker JD, Hauser R. Body mass index in relation to semen quality, sperm DNA integrity, and serum reproductive hormone levels among men attending an infertility clinic. *Fertil Steril*. 2009/03/03 wyd. 1 maj 2010;93(7):2222–31.
208. Kort HI, Massey JB, Elsner CW, Mitchell-Leef D, Shapiro DB, Witt MA, i in. Impact of Body Mass Index Values on Sperm Quantity and Quality. *Journal of Andrology*. 6 maj 2006;27(3):450–2.
209. Belloc S, Cohen-Bacrie M, Amar E, Izard V, Benkhalifa M, Dalléac A, i in. High body mass index has a deleterious effect on semen parameters except morphology: results from a large cohort study. *Fertility and Sterility*. 1 listopad 2014;102(5):1268–73.
210. Cabler S, Agarwal A, Flint M, du Plessis SS. Obesity: modern man's fertility nemesis. *Asian J Androl*. 2010/06/07 wyd. lipiec 2010;12(4):480–9.

211. Zenzes MT. Smoking and reproduction: gene damage to human gametes and embryos. *Human Reproduction Update*. 1 marzec 2000;6(2):122–31.
212. Walczak-Jędrzejowska R. STRES OKSYDACYJNY A NIEPŁODNOŚĆ MĘSKA. CZĘŚĆ I: CZYNNIKI WYWOŁUJĄCE STRES OKSYDACYJNY W NASIENIU. *Postępy Andrologii Online*. 2015;2(1):5–15.
213. Alkohol w Polsce kontekst społeczny, rynkowy i legislacyjny Opracowanie zbiorcze pod redakcją zespołu prof. Andrzeja M. Fala WARSZAWA 2020.
214. Yao DF, Mills JN. Male infertility: lifestyle factors and holistic, complementary, and alternative therapies. *Asian J Androl*. 2016;18(3):410–8.
215. Lwow F, Mędraś M, Słowińska-Lisowska M, Józków P, Szmigiero L. THE EFFECT OF OCCASIONAL ALCOHOL DRINKING ON SEMEN QUALITY AND SPERM MORPHOLOGY AMONG YOUNG AND HEALTHY POLISH MEN. *Journal of Men's Health*. 2017;13(2):16–24.
216. Wogatzky J, Wirleitner B, Stecher A, Vanderzwalmen P, Neyer A, Spitzer D, i in. The combination matters--distinct impact of lifestyle factors on sperm quality: a study on semen analysis of 1683 patients according to MSOME criteria. *Reprod Biol Endocrinol*. 24 grudzień 2012;10:115–115.
217. Cui X, Jing X, Wu X, Yan M. Protective effect of resveratrol on spermatozoa function in male infertility induced by excess weight and obesity. *Mol Med Rep*. 2016/10/12 wyd. listopad 2016;14(5):4659–65.
218. Wdowiak A, Wdowiak A, Bakalczuk S, Bakalczuk G. Relationship between alcohol consumption and sperm nuclear dna fragmentation and pregnancy. *Postępy Andrologii Online*. 2016;3(1):14–21.
219. Józków P, Rossato M. The Impact of Intense Exercise on Semen Quality. *Am J Mens Health*. 19 wrzesień 2016;11(3):654–62.
220. Ibañez-Perez J, Santos-Zorrozuza B, Lopez-Lopez E, Irazusta J, Prieto B, Aparicio V, i in. Impact of physical activity on semen quality among men from infertile couples. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*. 1 czerwiec 2019;237:170–4.

221. Vaamonde D, Da Silva-Grigoletto ME, García-Manso JM, Barrera N, Vaamonde-Lemos R. Physically active men show better semen parameters and hormone values than sedentary men. *European journal of applied physiology*. 2012;112(9):3267–73.
222. Maleki BH, Tartibian B, Chehrizi M. The effects of three different exercise modalities on markers of male reproduction in healthy subjects: a randomized controlled trial. *Reproduction*. 1 luty 2017;153(2):157–74.
223. Jurewicz J, Radwan M, Merecz-Kot D, Sobala W, Ligocka D, Radwan P, i in. Occupational, life stress and family functioning: does it affect semen quality? *Annals of Human Biology*. 1 maj 2014;41(3):220–8.
224. Mendiola J, Torres-Cantero AM, Moreno-Grau JM, Ten J, Roca M, Moreno-Grau S, i in. Food intake and its relationship with semen quality: a case-control study. *Fertility and Sterility*. 1 marzec 2009;91(3):812–8.
225. Williams EA, Parker M, Robinson A, Pitt S, Pacey AA. A randomized placebo-controlled trial to investigate the effect of lactolycopene on semen quality in healthy males. *European Journal of Nutrition*. 1 marzec 2020;59(2):825–33.
226. Danielewicz A, Przybyłowicz KE, Przybyłowicz M. Dietary Patterns and Poor Semen Quality Risk in Men: A Cross-Sectional Study. *Nutrients*. 24 sierpień 2018;10(9):1162.
227. Cutillas-Tolín A, Adoamnei E, Navarrete-Muñoz EM, Vioque J, Moñino-García M, Jørgensen N, i in. Adherence to diet quality indices in relation to semen quality and reproductive hormones in young men. *Human Reproduction*. 27 wrzesień 2019;34(10):1866–75.
228. Liu C-Y, Chou Y-C, Chao JC-J, Hsu C-Y, Cha T-L, Tsao C-W. The Association between Dietary Patterns and Semen Quality in a General Asian Population of 7282 Males. *PLOS ONE*. 28 lipiec 2015;10(7):e0134224.
229. Skoracka K, Eder P, Łykowska-Szuber L, Dobrowolska A, Krela-Kaźmierczak I. Diet and Nutritional Factors in Male (In)fertility-Underestimated Factors. *J Clin Med*. 9 maj 2020;9(5):1400.
230. Ding N, Zhang X, Zhang XD, Jing J, Liu SS, Mu YP, i in. Impairment of

spermatogenesis and sperm motility by the high-fat diet-induced dysbiosis of gut microbes. *Gut*. 2020/01/02 wyd. wrzesień 2020;69(9):1608–19.

231. Jurewicz J, Radwan M, Sobala W, Ligocka D, Radwan P, Bochenek M, i in. Human urinary phthalate metabolites level and main semen parameters, sperm chromatin structure, sperm aneuploidy and reproductive hormones. *Reproductive Toxicology*. 1 grudzień 2013;42:232–41.
232. Okechukwu CE. Does the Use of Mobile Phone Affect Male Fertility? A Mini-Review. *J Hum Reprod Sci*. 2020/10/27 wyd. 2020;13(3):174–83.
233. Agarwal A, Deepinder F, Sharma RK, Ranga G, Li J. Effect of cell phone usage on semen analysis in men attending infertility clinic: an observational study. *Fertility and Sterility*. 1 styczeń 2008;89(1):124–8.
234. Kilgallon SJ, Simmons LW. Image content influences men's semen quality. *Biology Letters*. 22 wrzesień 2005;1(3):253–5.
235. Liu K, Li Y, Zhang G, Liu J, Cao J, Ao L, i in. Association between mobile phone use and semen quality: a systemic review and meta-analysis. *Andrology*. 1 lipiec 2014;2(4):491–501.
236. Zhang G, Yan H, Chen Q, Liu K, Ling X, Sun L, i in. Effects of cell phone use on semen parameters: Results from the MARHCS cohort study in Chongqing, China. *Environment International*. 1 maj 2016;91:116–21.
237. Yildirim ME, Kaynar M, Badem H, Cavis M, Karatas OF, Cimentepe E. What is harmful for male fertility: Cell phone or the wireless internet? *The Kaohsiung Journal of Medical Sciences*. 1 wrzesień 2015;31(9):480–4.

10. Spis rycin i tabel

10.1. Spis rycin

Ryc. 1. Budowa plemnika (41).	9
Ryc. 2. Współczynnik dzietności w Polsce w 2019 roku (48).	11
Ryc. 3. Schemat doboru i liczebność próby.	35
Ryc. 4. Skategoryzowany wykres rozkładu wieku mężczyzn.	46
Ryc. 5. Porównanie wieku w grupach mężczyzn o prawidłowej i nieprawidłowej koncentracji plemników, $p=0,02301$	46
Ryc. 6. Rozkład wartości wskaźnika BMI dla całości grupy.	47
Ryc. 7. Procentowy rozkład mężczyzn z grupy o prawidłowym i nieprawidłowym odsetku plemników o prawidłowej budowie morfologicznej względem czynnego palenia, $p=0,0272$	51
Ryc. 8. Procentowy rozkład mężczyzn z grupy o prawidłowym i nieprawidłowym odsetku plemników o prawidłowej budowie morfologicznej względem czasu trwania nałogu palenia, $p=0,01403$	51
Ryc. 9. Procentowy rozkład mężczyzn z grup o prawidłowym i nieprawidłowym odsetku plemników o prawidłowej budowie morfologicznej względem czynnego palenia, zaprzestania i braku nałogu palenia, $p=0,04331$	52
Ryc. 10. Procentowy rozkład mężczyzn z prawidłową i nieprawidłową całkowitą liczbą plemników w ejakulacie skategoryzowany pod względem spożycia piwa, $p=0,0516$	55
Ryc. 11. Procentowy rozkład mężczyzn o prawidłowej i nieprawidłowej objętości nasienia skategoryzowany względem uprawiania sportu w czasie wolnym, $p=0,04189$	56
Ryc. 12. Procentowy rozkład mężczyzn o prawidłowej i nieprawidłowej liczbie plemników o ruchu postępowym skategoryzowany względem uprawiania sportu w czasie wolnym, $p=0,03096$	57
Ryc. 13. Porównanie poziomu intensywności wysiłku fizycznego w czasie wolnym w grupach o prawidłowej i nieprawidłowej liczbie plemników o ruchu postępowym (mln/ejakulat), $p=0,0482$	58
Ryc. 14. Procentowy rozkład mężczyzn o prawidłowej i nieprawidłowej liczbie plemników o ruchu postępowym w ejakulacie skategoryzowany względem indeksu p-HDI-10, $p=0,038$	59
Ryc. 15. Porównanie liczby plemników w ejakulacie (mln) w grupach mężczyzn skategoryzowanych względem indeksu p-HDI-10; * <i>post-hoc</i> test Dunna $p=0,0218$	60
Ryc. 16. Porównanie liczby plemników prawidłowych morfologicznie (mln/ejakulat) w grupach mężczyzn skategoryzowanych względem wartości indeksu diety prozdrowotnej; * <i>post-hoc</i> test Dunna $p=0,0206$	60
Ryc. 17. Rozkład procentowy mężczyzn o prawidłowym i nieprawidłowym odsetku plemników o prawidłowej morfologii skategoryzowany względem spożycia napojów gazowanych, $p=0,00338$	62
Ryc. 18. Rozkład procentowy grup o prawidłowej i nieprawidłowej morfologii plemników (%) względem rodzaju spożywanych napojów gazowanych, $p=0,025$	63
Ryc. 19. Rozkład procentowy grup o prawidłowej i nieprawidłowej (obniżonej) liczbie plemników o prawidłowej budowie morfologicznej o ruchu postępowym (mln/ejakulat) względem rodzaju spożywanych napojów gazowanych, $p=0,0431$	64

Ryc. 20. Porównanie czasu noszenia telefonu komórkowego w przedniej kieszeni spodni u mężczyzn zakwalifikowanych do grupy o prawidłowej i nieprawidłowej objętości ejakulatu, $p=0,0504$65

10.2. Spis tabel

Tab. 1. Przyczyny męskiej niepłodności i czynniki z nią związane oraz ich procentowy rozkład u 10 469 pacjentów (56)	13
Tab. 2. Porównanie dolnych granic wartości referencyjnych podawanych w ostatnich trzech wydaniach rekomendacji WHO	27
Tab. 3. Dolne wartości referencyjne Światowej Organizacji Zdrowia (2010) dla parametrów nasienia ludzkiego (5. centyl i 95% przedział ufności)	27
Tab. 4. Nazewnictwo zaburzeń parametrów nasienia	29
Tab. 5. Interpretację wskaźnika BMI	36
Tab. 6. Zestawienie składowych indeksu prozdrowotnej diety (pHDI-10) o potencjalnie korzystnym wpływie na zdrowie w kwestionariuszu KomPAN	36
Tab. 7. Proponowany sposób interpretacji „Indeksu prozdrowotnej diety” (pHDI-10)	37
Tab. 8. Kryteria wyodrębniania podgrup w oparciu o wynik badanych parametrów nasienia	42
Tab. 9. Charakterystyka badanej grupy – dane demograficzne i socjoekonomiczne	44
Tab. 10. Parametry nasienia całej grupy badanej oraz liczba i odsetek badanych o obniżonych parametrach wg WHO (2010), $N=565$	45
Tab. 11. Charakterystyka wieku w badanej grupie mężczyzn	45
Tab. 12. Statystyki opisowe. Wskaźnik masy ciała (BMI) w badanej populacji	47
Tab. 13. Podział liczbowy i procentowy całej populacji według wskaźnika BMI	47
Tab. 14. Charakterystyka badanej grupy pod względem rozpowszechnienia badanych czynników stylu życia minimum trzy miesiące przed badaniem	49
Tab. 15. Statystyki opisowe. Dane dotyczące palenia papierosów w całej grupie	50
Tab. 16. Statystyka opisowe. Dane dotyczące konsumpcji alkoholu w całej populacji	53
Tab. 17. Liczności i odsetek spożywających i niespożywających alkohol z różną częstotliwością z podziałem na rodzaje w całej badanej grupie	53
Tab. 18. Analiza porównawcza w grupach o prawidłowych i nieprawidłowych parametrach nasienia względem spożywania różnych napojów alkoholowych	54
Tab. 19. Statystyki opisowe. Dane dotyczące aktywności fizycznej w grupie mężczyzn uprawiających sport	56
Tab. 20. Dane dotyczące częstotliwości podejmowania aktywności fizycznej w tygodniu przez mężczyzn uprawiających sport	56
Tab. 21. Liczności i odsetek niespożywających i spożywających słodzone napoje gazowane z różną częstotliwością w całej badanej grupie ($N=565$)	61
Tab. 22. Korelacje między czynnikami stylu życia, a parametrami nasienia z podanymi wartościami r oznaczającymi siłę korelacji. Pogrubiono korelacje, które są znamienne statystycznie, przy $p<0,05$	67
Tab. 23. Wyniki oszacowanego metodą regresji krokowej modelu regresji wielorakiej wpływu czynników stylu życia na objętość ejakulatu, $N=565$	68
Tab. 24. Wyniki oszacowanego metodą regresji krokowej modelu regresji wielorakiej wpływu czynników stylu życia na koncentrację plemników, $N=565$	69

Tab. 25. Model regresji wielokrotnej przedstawiający wpływ czynników stylu życia na całkowitą liczbę plemników w ejakulacji, N=565.....	69
Tab. 26. Model regresji wielokrotnej przedstawiający wpływ czynników stylu życia na całkowitą liczbę plemników o ruchu postępowym w ejakulacji, N=565.....	70
Tab. 27. Model regresji wielokrotnej przedstawiający wpływ czynników stylu życia na odsetek plemników o prawidłowej morfologii, N=565.....	70
Tab. 28. Model regresji wielokrotnej przedstawiający wpływ czynników stylu życia na całkowitą liczbę plemników o prawidłowej morfologii, N=565.....	71
Tab. 29. Model regresji wielokrotnej przedstawiający wpływ czynników stylu życia na całkowitą liczbę plemników prawidłowych morfologicznie o ruchu postępowym, N=565	71

10.3. Spis tabel wynikowych z Aneksu

Tab. S. 1. Wiek mężczyzn w grupach o prawidłowych i nieprawidłowych parametrach nasienia.....	130
Tab. S. 2. Analiza porównawcza grup mężczyzn o prawidłowych i nieprawidłowych parametrach nasienia względem skategoryzowanego wskaźnika BMI.....	130
Tab. S. 3. BMI mężczyzn w grupach o prawidłowych i nieprawidłowych parametrach nasienia	131
Tab. S. 4. Analiza porównawcza w grupach mężczyzn o prawidłowych i nieprawidłowych parametrach nasienia względem nałogu palenia, niezależnie od czasu trwania nałogu	131
Tab. S. 5. Analiza porównawcza grup mężczyzn o prawidłowych i nieprawidłowych parametrach nasienia względem czasu trwania nałogu palenia.....	132
Tab. S. 6. Analiza porównawcza w grupach mężczyzn o prawidłowych i nieprawidłowych parametrach nasienia względem nałogu palenia z uwzględnieniem osób, które rzuciły palenie minimum trzy miesiące przed badaniem	132
Tab. S. 7. Konsumpcja alkoholu (JSA/tydzień) w grupach o prawidłowych i nieprawidłowych parametrach nasienia, N=565	133
Tab. S. 8. Analiza porównawcza grup o prawidłowych i nieprawidłowych parametrach nasienia względem uprawiania sportu w czasie wolnym minimum trzy miesiące przed badaniem	134
Tab. S. 9. Analiza porównawcza grup o prawidłowych i nieprawidłowych parametrach nasienia względem poziomu tygodniowej intensywności wysiłkowej (MET/min-tydzień)	134
Tab. S. 10. Analiza porównawcza w grupach o prawidłowych i nieprawidłowych parametrach nasienia względem wskaźnika indeksu diety prozdrowotnej -p-HDI-10	135
Tab. S. 11. Objętość ejakulatu względem indeksu diety p-HDI-10.....	135
Tab. S. 12. Koncentracja plemników względem indeksu diety p-HDI-10	136
Tab. S. 13. Całkowita liczba plemników [mln] względem indeksu diety p-HDI-10.....	136
Tab. S. 14. Odsetek plemników o ruchu postępowym (%) względem indeksu diety p-HDI-10	136
Tab. S. 15. Liczba plemników o ruchu postępowym (mln) względem indeksu diety p-HDI-10	136
Tab. S. 16. Odsetek plemników o prawidłowej budowie morfologicznej (%) względem indeksu diety p-HDI-10	137
Tab. S. 17. Liczba plemników o prawidłowej budowie morfologicznej (mln) względem indeksu diety p-HDI-10..	137

Tab. S. 18. Liczba plemników o prawidłowej budowie morfologicznej o ruchu postępowym (mln) względem indeksu diety p-HDI-10	137
Tab. S. 19. Analiza porównawcza w grupach mężczyzn o prawidłowych i nieprawidłowych parametrach nasienia względem spożywania słodzonych napojów gazowanych.....	137
Tab. S. 20. Analiza porównawcza w grupach mężczyzn o prawidłowych i nieprawidłowych parametrach nasienia względem rodzaju spożywanych napojów gazowanych.....	138
Tab. S. 21. Analiza porównawcza w grupach o prawidłowych i nieprawidłowych parametrach nasienia względem stosowania odżywek w całej grupie badanych (N=565)	138
Tab. S. 22. Analiza porównawcza w grupach mężczyzn o prawidłowych i nieprawidłowych parametrach nasienia względem czasu noszenia telefonu komórkowego w przedniej kieszeni spodni	139
Tab. S. 23. Analiza porównawcza w grupach mężczyzn o prawidłowych i nieprawidłowych parametrach nasienia względem korzystania z laptopów na kolanach (N=565)	140

11. Aneks

11.1. Tabele wynikowe

Tab. S. 1. Wiek mężczyzn w grupach o prawidłowych i nieprawidłowych parametrach nasienia

Parametr	grupa	wiek					poziom istotności statystycznej p
		M	S	Me	Min	Maks.	
objętość ejakulatu [ml]	prawidłowa	34,17	4,89	34,0	21,0	53,0	0,68151 ¹
	nieprawidłowa	34,35	5,26	35,0	24,0	42,0	
koncentracja [mln/ml]	prawidłowa	34,39	4,75	34,0	21,0	50,0	0,02301¹
	nieprawidłowa	33,50	5,33	33,0	23,0	53,0	
całkowita liczba plemników/ ejakulat	prawidłowa	34,31	4,77	34,0	21,0	50,0	0,10601 ¹
	nieprawidłowa	33,67	5,40	33,0	23,0	53,0	
ruch postępowy [%]	prawidłowa	34,31	4,64	34,0	23,0	50,0	0,42369 ¹
	nieprawidłowa	34,05	5,15	34,0	21,0	53,0	
całkowity ruch postępowy /ejakulat	prawidłowa	34,32	4,67	34,0	21,0	50,0	0,18384 ¹
	nieprawidłowa	33,84	5,46	33,0	22,0	53,0	
prawidłowa budowa morfologiczna [%]	prawidłowa	34,29	4,73	34,0	21,0	50,0	0,29493 ¹
	nieprawidłowa	34,04	5,12	33,0	23,0	53,0	
całkowita liczba prawidłowych morfologicznie plemników /ejakulat	prawidłowa	34,35	4,77	34,0	21,0	50,0	0,07471 ¹
	nieprawidłowa	33,68	5,27	33,0	23,0	53,0	
całkowita liczba morfologicznie prawidłowych plemników o ruchu postępowym	prawidłowa	34,38	4,69	34,0	21,0	50,0	0,08245 ¹
	nieprawidłowa	33,76	5,34	33,0	23,0	53,0	

Legenda: M – średnia; S – odchylenie standardowe; Me – Mediana; Min, Maks. – wartości minimalne i maksymalne; ¹ - test U Manna-Whitney'a; istotne statystycznie różnice pogrubiono

Tab. S. 2. Analiza porównawcza grup mężczyzn o prawidłowych i nieprawidłowych parametrach nasienia względem skategoryzowanego wskaźnika BMI

parametr	grupa	wskaźnik masy ciała					poziom istotności statystycznej p
		niedowaga	norma	nadwaga	otyłość	otyłość ciężka	
objętość ejakulatu [ml]	prawidłowa	0,55%	31,39%	51,28%	16,42%	0,36%	0,7175 ¹
	nieprawidłowa	0,00%	23,53%	64,71%	11,76%	0,00%	
koncentracja [mln/ml]	prawidłowa	0,70%	30,54%	51,98%	16,32%	0,47%	0,9516 ¹
	nieprawidłowa	0,00%	33,09%	50,74%	16,18%	0,00%	
całkowita liczba plemników/ ejakulat	prawidłowa	0,66%	30,55%	51,87%	16,48%	0,44%	0,9555 ¹
	nieprawidłowa	0,00%	33,64%	50,91%	15,45%	0,00%	
ruch postępowy [%]	prawidłowa	0,71%	32,50%	50,36%	16,07%	0,36%	0,9131 ¹
	nieprawidłowa	0,35%	29,82%	52,98%	16,49%	0,35%	
całkowity ruch postępowy /ejakulat	prawidłowa	0,73%	30,81%	51,59%	16,38%	0,49%	0,9606 ¹
	nieprawidłowa	0,00%	32,05%	51,92%	16,03%	0,00%	
prawidłowa budowa morfologiczna [%]	prawidłowa	0,32%	32,06%	52,06%	15,56%	0,00%	0,5328 ¹
	nieprawidłowa	0,80%	30,00%	51,20%	17,20%	0,80%	

parametr	grupa	wskaźnik masy ciała					poziom istotności statystycznej p
		niedowaga	norma	nadwaga	otyłość	otyłość ciężka	
całkowita liczba prawidłowych morfologicznie plemników /ejakulat	prawidłowa	0,24%	30,19%	53,54%	15,80%	0,24%	0,1820 ¹
	nieprawidłowa	1,42%	34,04%	46,10%	17,73%	0,71%	
całkowita liczba morfologicznie prawidłowych plemników o ruchu postępowym	prawidłowa	0,51%	30,95%	52,69%	15,86%	0,00%	0,3134 ¹
	nieprawidłowa	0,57%	31,61%	49,43%	17,24%	1,15%	

Legenda: ¹ - test Fishera-Freemana-Haltona

Tab. S. 3. BMI mężczyzn w grupach o prawidłowych i nieprawidłowych parametrach nasienia

Parametr	grupa	BMI					poziom istotności statystycznej p ¹
		M	S	Me	Min	Maks.	
objętość ejakulatu [ml]	prawidłowa	26,96	3,71	26,54	13,52	51,90	0,855752
	nieprawidłowa	27,32	4,04	26,86	22,03	37,39	
koncentracja plemników [mln/ml]	prawidłowa	26,92	3,71	26,51	13,52	51,90	0,795471
	nieprawidłowa	27,13	3,72	26,79	19,62	38,06	
całkowita liczba plemników/ ejakulat	prawidłowa	26,93	3,71	26,51	13,52	51,90	0,724628
	nieprawidłowa	27,11	3,75	26,81	19,62	38,06	
ruch postępowy [%]	prawidłowa	26,84	3,60	26,30	17,16	40,40	0,500345
	nieprawidłowa	27,09	3,83	26,59	13,52	51,90	
całkowity ruch postępowy /ejakulat	prawidłowa	26,94	3,76	26,51	13,52	51,90	0,776486
	nieprawidłowa	27,05	3,60	26,79	19,62	38,06	
prawidłowa budowa morfologiczna [%]	prawidłowa	26,80	3,35	26,31	17,72	39,19	0,372842
	nieprawidłowa	27,18	4,12	26,78	13,52	51,90	
całkowita liczba prawidłowych morfologicznie plemników /ejakulat	prawidłowa	26,96	3,55	26,54	17,72	51,90	0,876013
	nieprawidłowa	27,01	4,18	26,58	13,52	40,40	
całkowita liczba morfologicznie prawidłowych plemników o ruchu postępowym	prawidłowa	26,88	3,42	26,54	17,16	39,19	0,859539
	nieprawidłowa	27,17	4,31	26,58	13,52	51,90	

Legenda: M- średnia; S – odchylenie standardowe; Me – Mediana; Min, Maks. – wartości minimalne i maksymalne; ¹ - test U Manna-Whitney'a

Tab. S. 4. Analiza porównawcza w grupach mężczyzn o prawidłowych i nieprawidłowych parametrach nasienia względem nałogu palenia, niezależnie od czasu trwania nałogu

Parametr	grupa	czynne palenie papierosów		poziom istotności statystycznej p ¹
		nie	tak	
objętość [ml]	prawidłowa	80,84%	19,16%	0,29314
	nieprawidłowa	70,59%	29,41%	
koncentracja [mln/ml]	prawidłowa	81,35%	18,65%	0,38139
	nieprawidłowa	77,94%	22,06%	
całkowita liczba plemników/ ejakulat	prawidłowa	81,54%	18,46%	0,21868

Parametr	grupa	czynne palenie papierosów		poziom istotności statystycznej p ¹
		nie	tak	
ruch postępowy [%]	nieprawidłowa	76,36%	23,64%	0,24136
	prawidłowa	82,50%	17,50%	
całkowity ruch postępowy /ejakulat	nieprawidłowa	78,60%	21,40%	0,38853
	prawidłowa	81,42%	18,58%	
prawidłowa budowa morfologiczna [%]	nieprawidłowa	76,40%	23,60%	0,0272
	prawidłowa	83,81%	16,19%	
całkowita liczba prawidłowych morfologicznie plemników /ejakulat	nieprawidłowa	78,01%	21,99%	0,38362
	prawidłowa	81,37%	18,63%	
całkowita liczba morfologicznie prawidłowych plemników o ruchu postępowym	nieprawidłowa	77,59%	22,41%	0,23830
	prawidłowa	81,84%	18,16%	

Legenda: ¹ - test Chi² Pearsona; różnice istotne statystycznie pogrubiono

Tab. S. 5. Analiza porównawcza grup mężczyzn o prawidłowych i nieprawidłowych parametrach nasienia względem czasu trwania nałogu palenia

Parametr	grupa	czas trwania nałogu palenia (przedziały w latach)				poziom istotności statystycznej p
		nie pali	do 5 lat	>5 -10 lat	>10 lat	
objętość ejakulatu [ml]	nieprawidłowa	2,63%	14,29%	5,26%	2,63%	0,08074 ¹
	prawidłowa	97,37%	85,71%	94,74%	97,37%	
koncentracja plemników [mln/ml]	nieprawidłowa	23,46%	21,43%	47,37%	22,37%	0,139 ¹
	prawidłowa	76,54%	78,57%	52,63%	77,63%	
całkowita liczba plemników/ ejakulat	nieprawidłowa	18,64%	28,57%	42,11%	17,11%	0,06614 ¹
	prawidłowa	81,36%	71,43%	57,89%	82,89%	
ruch postępowy[%]	nieprawidłowa	49,34%	42,86%	63,16%	55,26%	0,47919 ²
	prawidłowa	50,66%	57,14%	36,84%	44,74%	
całkowity ruch postępowy /ejakulat	nieprawidłowa	26,97%	42,86%	47,37%	23,68%	0,1135 ¹
	prawidłowa	73,03%	57,14%	52,63%	76,32%	
prawidłowa budowa morfologiczna [%]	nieprawidłowa	42,11%	50,00%	78,95%	47,37%	0,01403²
	prawidłowa	57,89%	50,00%	21,05%	52,63%	
całkowita liczba prawidłowych morfologicznie plemników /ejakulat	nieprawidłowa	24,34%	28,57%	47,37%	22,37%	0,1472 ¹
	prawidłowa	75,66%	71,43%	52,63%	77,63%	
całkowita liczba morfologicznie prawidłowych plemników o ruchu postępowym	nieprawidłowa	29,82%	42,86%	47,37%	30,26%	0,2928 ¹
	prawidłowa	70,18%	57,14%	52,63%	69,74%	

Legenda: ¹ - test Fishera-Freemana-Haltona; ² - test Chi² Pearsona; istotne statystycznie różnice pogrubiono

Tab. S. 6. Analiza porównawcza w grupach mężczyzn o prawidłowych i nieprawidłowych parametrach nasienia względem nałogu palenia z uwzględnieniem osób, które rzuciły palenie minimum trzy miesiące przed badaniem

Parametr	grupa	nikotyzm			poziom istotności statystycznej p ¹
		nie palił nigdy	zaprzestanie	palenie czynne	
objętość ejakulatu [ml]	nieprawidłowa	58,82%	11,76%	29,41%	0,5727
	prawidłowa	66,06%	14,60%	19,34%	

Parametr	grupa	nikotynizm			poziom istotności statystycznej p ¹
		nie palił nigdy	zaprzestanie	palenie czynne	
koncentracja [mln/ml]	prawidłowa	66,20%	14,69%	19,11%	0,84877
	nieprawidłowa	64,71%	13,97%	21,32%	
całkowita liczba plemników/ ejakulat	prawidłowa	65,71%	15,38%	18,90%	0,38900
	nieprawidłowa	66,36%	10,91%	22,73%	
ruch postępowy[%]	prawidłowa	67,14%	15,00%	17,86%	0,56617
	nieprawidłowa	64,56%	14,04%	21,40%	
całkowity ruch postępowy /ejakulat	prawidłowa	66,75%	14,43%	18,83%	0,70481
	nieprawidłowa	63,46%	14,74%	21,79%	
prawidłowa budowa morfologiczna [%]	prawidłowa	66,03%	17,14%	16,83%	0,04331
	nieprawidłowa	65,60%	11,20%	23,20%	
całkowita liczba prawidłowych morfologicznie plemników /ejakulat	prawidłowa	66,04%	14,86%	19,10%	0,81717
	nieprawidłowa	65,25%	13,48%	21,28%	
całkowita liczba morfologicznie prawidłowych plemników o ruchu postępowym [mln]	prawidłowa	66,50%	15,09%	18,41%	0,50821
	nieprawidłowa	64,37%	13,22%	22,41%	

Legenda: ¹ - test Chi² Pearsona; istotne statystycznie różnice pogrubiono

Tab. S. 7. Konsumpcja alkoholu (JSA/tydzień) w grupach o prawidłowych i nieprawidłowych parametrach nasienia, N=565

Parametr	grupa	alkohol (JSA/tydzień)					poziom istotności statystycznej p ¹
		M	S	Me	Min	Maks.	
objętość ejakulatu[ml]	prawidłowa	2,82	3,00	2,0	0,0	17,00	0,972644
	nieprawidłowa	2,37	1,81	2,0	0,25	7,075	
koncentracja plemników [mln/ml]	prawidłowa	2,83	2,97	2,0	0,0	17,00	0,723914
	nieprawidłowa	2,73	3,00	2,0	0,0	16,70	
całkowita liczba plemników/ ejakulat	prawidłowa	2,87	2,96	2,0	0,0	17,00	0,084988
	nieprawidłowa	2,55	3,02	2,0	0,0	16,70	
ruch postępowy [%]	prawidłowa	2,98	3,29	2,0	0,0	17,00	0,366398
	nieprawidłowa	2,63	2,61	2,0	0,0	16,70	
całkowity ruch postępowy /ejakulat	prawidłowa	2,86	3,06	2,0	0,0	17,00	0,315087
	nieprawidłowa	2,67	2,93	2,0	0,0	16,70	
prawidłowa budowa morfologiczna [%]	prawidłowa	2,94	3,02	2,0	0,0	17,00	0,079027
	nieprawidłowa	2,62	2,84	2,0	0,0	16,70	
całkowita liczba prawidłowych morfologicznie plemników /ejakulat	prawidłowa	2,88	3,02	2,0	0,0	17,00	0,193860
	nieprawidłowa	2,57	2,83	2,0	0,0	16,70	
całkowita liczba morfologicznie prawidłowych plemników o ruchu postępowym	prawidłowa	2,92	3,04	2,0	0,0	17,00	0,103239
	nieprawidłowa	2,54	2,80	2,0	0,0	16,70	

Legenda: M – średnia; S – odchylenie standardowe; Me – Mediana; Min, Max. – wartości minimalne i maksymalne; ¹- test U Manna-Whitney'a

Tab. S. 8. Analiza porównawcza grup o prawidłowych i nieprawidłowych parametrach nasienia względem uprawiania sportu w czasie wolnym minimum trzy miesiące przed badaniem

Parametr	grupa	uprawianie sportu		poziom istotności statystycznej p ¹
		nie	tak	
objętość ejakulatu [ml]	prawidłowa	52,19%	47,81%	0,04189
	nieprawidłowa	76,47%	23,53%	
koncentracja [mln/ml]	prawidłowa	51,52%	48,48%	0,23464
	nieprawidłowa	57,35%	42,65%	
całkowita liczba plemników/ ejakulat	prawidłowa	51,21%	48,79%	0,09738
	nieprawidłowa	60,00%	40,00%	
ruch postępowy [%]	prawidłowa	50,36%	49,64%	0,22633
	nieprawidłowa	55,44%	44,56%	
całkowita liczba plemników o ruchu postępowym /ejakulat	prawidłowa	50,12%	49,88%	0,03096
	nieprawidłowa	60,26%	39,74%	
prawidłowa budowa morfologiczna [%]	prawidłowa	49,52%	50,48%	0,06943
	nieprawidłowa	57,20%	42,80%	
całkowita liczba prawidłowych morfologicznie plemników /ejakulat	prawidłowa	51,18%	48,82%	0,15049
	nieprawidłowa	58,16%	41,84%	
całkowita liczba morfologicznie prawidłowych plemników o ruchu postępowym	prawidłowa	50,38%	49,62%	0,07016
	nieprawidłowa	58,62%	41,38%	

Legenda: ¹ – test Chi² NW; istotne statystycznie różnice pogrubiono

Tab. S. 9. Analiza porównawcza grup o prawidłowych i nieprawidłowych parametrach nasienia względem poziomu tygodniowej intensywności wysiłkowej (MET/ min-tydzień)

Parametr	grupa	poziom intensywności wysiłkowej (MET-min/tydzień)			poziom istotności statystycznej p ¹
		Me	Q1	Q3	
objętość [ml]	prawidłowa	1	1	3	0,085940
	nieprawidłowa	1	1	1	
koncentracja [mln/ml]	prawidłowa	1	1	3	0,179955
	nieprawidłowa	1	1	2	
całkowita liczba plemników/ ejakulat	prawidłowa	1	1	1	0,102309
	nieprawidłowa	1	1	2	
ruch postępowy [%]	prawidłowa	2	1	3	0,225408
	nieprawidłowa	1	1	2	
całkowity ruch postępowy /ejakulat	prawidłowa	2	1	3	0,048214
	nieprawidłowa	1	1	2	
prawidłowa budowa morfologiczna [%]	prawidłowa	2	1	3	0,096553
	nieprawidłowa	1	1	2	
całkowita liczba prawidłowych	prawidłowa	1	1	3	0,161338

Parametr	grupa	poziom intensywności wysiłkowej (MET-min/tydzień)			poziom istotności statystycznej p ¹
		Me	Q1	Q3	
morfologicznie plemników /ejakulat	nieprawidłowa	1	1	2	0,13826
całkowita liczba morfologicznie prawidłowych plemników o ruchu postępowym	prawidłowa	1	1	3	
	nieprawidłowa	1	1	2	
Legenda: Me - mediana: 1- lekka: <600 MET-min/tydzień; 2- umiarkowana: 600-3000 MET-min/tydzień; 3- ciężka: >3000 MET-min/tydzień; Q1 – dolny kwartyl, Q3 - górny kwartyl; ¹ - test U Manna-Whitney'a; istotne statystycznie różnice pogrubiono					

Tab. S. 10. Analiza porównawcza w grupach o prawidłowych i nieprawidłowych parametrach nasienia względem wskaźnika indeksu diety prozdrowotnej –p-HDI-10

Parametr	grupa	p-HDI-10			poziom istotności statystycznej p
		wysoki	średni	niski	
objętość ejakulatu [ml]	prawidłowa	33,21%	48,91%	17,88%	0,7635 ¹
	nieprawidłowa	41,18%	41,18%	17,65%	
koncentracja [mln/ml]	prawidłowa	33,10%	50,58%	16,32%	0,14769 ²
	nieprawidłowa	34,56%	42,65%	22,79%	
całkowita liczba plemników/ ejakulat	prawidłowa	33,19%	49,89%	16,92%	0,37755 ²
	nieprawidłowa	34,55%	43,64%	21,82%	
ruch postępowy [%]	prawidłowa	32,50%	51,43%	16,07%	0,36281 ²
	nieprawidłowa	34,39%	45,96%	19,65%	
całkowita liczba plemników o ruchu postępowym /ejakulat	prawidłowa	33,74%	50,86%	15,40%	0,03774²
	nieprawidłowa	32,69%	42,95%	24,36%	
prawidłowa budowa morfologiczna [%]	prawidłowa	34,29%	49,52%	16,19%	0,50015 ²
	nieprawidłowa	32,40%	47,60%	20,00%	
całkowita liczba prawidłowych morfologicznie plemników /ejakulat	prawidłowa	33,49%	50,71%	15,80%	0,06280 ²
	nieprawidłowa	33,33%	42,55%	24,11%	
całkowita liczba morfologicznie prawidłowych plemników o ruchu postępowym	prawidłowa	32,99%	51,15%	15,86%	0,10135 ²
	nieprawidłowa	34,48%	43,10%	22,41%	
Legenda: ¹ – test Fishera-Freemana-Haltona; ² - test Chi ² Pearsona; istotne statystycznie różnice pogrubiono					

Tab. S. 11. Objętość ejakulatu względem indeksu diety p-HDI-10

Parametry oceny statystycznej	Objętość ejakulatu [ml]		
	Niski p-HDI N=101	Średni p-HDI-10 N=275	Wysoki p-HDI N=189
M	4,00	4,19	3,95
S	1,86	0,78	1,70
Me	3,70	4,00	3,90
Min	0,50	0,10	0,60
Maks.	12,3	10,20	11,20
p ¹	0,3851*		

Legenda: N- liczności M – średnia; S – odchylenie standardowe; Me – Mediana; Min, Maks. – wartości minimalne i maksymalne; ¹ - test Kruskala-Wallis, *ns

Tab. S. 12. Koncentracja plemników względem indeksu diety p-HDI-10

Parametry oceny statystycznej	Koncentracja plemników [mln/ml]		
	Niski p-HDI N=101	Średni p-HDI-10 N=275	Wysoki p-HDI N=189
M	35,00	42,00	38,18
S	27,80	28,81	27,39
Me	28,00	36,00	36,00
Min	0,05	0,20	0,20
Maks.	105,00	125,00	110,00
p ¹	0,0812*		

Legenda: N- liczności; M – średnia; S – odchylenie standardowe; Me – Mediana; Min, Max. – wartości minimalne i maksymalne; ¹ - test Kruskala-Wallisa, *ns

Tab. S. 13. Całkowita liczba plemników [mln] względem indeksu diety p-HDI-10

Parametry oceny statystycznej	Całkowita liczba plemników [mln]		
	Niski p-HDI-10 N=101	Średni p-HDI-10-10 N=275	Wysoki p-HDI-10 N=189
M	132,29	168,91	143,88
S	122,67	138,02	121,11
Me	93,60	147,60	113,10
Min	0,13	0,72	0,75
Maks.	504,40	799,00	572,00
p ¹	0,0143**		

Analiza *post hoc* testem Dunna p=0,0218
istotna różnica pomiędzy grupami o niskim i średnim p-HDI

Legenda: N- liczności; M – średnia; S – odchylenie standardowe; Me – Mediana; Min, Maks. – wartości minimalne i maksymalne; ¹ - test Kruskala-Wallisa, **istotne statystycznie

Tab. S. 14. Odsetek plemników o ruchu postępowym (%) względem indeksu diety p-HDI-10

Parametry oceny statystycznej	Odsetek plemników o ruchu postępowym		
	Niski p-HDI-10 N=101	Średni p-HDI-10 N=275	Wysoki p-HDI-10 N=189
M	27,77	28,92	28,58
S	11,09	10,48	10,31
Me	30,00	32,00	30,00
Min	0,00	2,00	1,00
Maks.	46,00	48,00	45,00
p ¹	0,6686*		

Legenda: N- liczności; M – średnia; S – odchylenie standardowe; Me – Mediana; Min, Maks. – wartości minimalne i maksymalne; ¹ - Test Kruskala-Wallisa, *ns

Tab. S. 15. Liczba plemników o ruchu postępowym (mln) względem indeksu diety p-HDI-10

Parametry oceny statystycznej	Liczba plemników o ruchu postępowym [mln]		
	Niski p-HDI-10 N=101	Średni p-HDI-10 N=275	Wysoki p-HDI-10 N=189
M	43,97	55,52	47,47
S	49,64	53,92	46,10
Me	26,60	40,73	28,80
Min	0,00	0,04	0,04
Maks.	226,98	319,60	200,20
p ¹	0,0510*		

Legenda: N- liczności; M – średnia; S – odchylenie standardowe; Me – Mediana; Min, Max. – wartości minimalne i maksymalne; ¹ - test Kruskala-Wallisa, *ns

Tab. S. 16. Odsetek plemników o prawidłowej budowie morfologicznej (%) względem indeksu diety p-HDI-10

Parametry oceny statystycznej	Odsetek plemników o prawidłowej budowie morfologicznej		
	Niski p-HDI-10 N=101	Średni p-HDI-10 N=275	Wysoki p-HDI-10 N=189
M	3,58	3,92	3,84
S	1,76	1,88	1,71
Me	4,00	4,00	4,00
Min	0,00	0,00	0,00
Maks.	10,50	16,00	11,00
p ¹	0,2434*		

Legenda: N- liczności; M – średnia; S – odchylenie standardowe; Me – Mediana; Min, Maks. – wartości minimalne i maksymalne; ¹ - test Kruskala-Wallisa, *ns

Tab. S. 17. Liczba plemników o prawidłowej budowie morfologicznej (mln) względem indeksu diety p-HDI-10

Parametry oceny statystycznej	Liczba plemników o prawidłowej budowie morfologicznej [mln]		
	Niski p-HDI-10 N=101	Średni p-HDI-10 N=275	Wysoki p-HDI-10 N=189
M	5,40	7,39	6,49
S	5,93	7,15	6,66
Me	3,50	5,04	4,32
Min	0,00	0,00	0,00
Maks.	30,26	39,95	42,04
p ¹	0,0218** Analiza post hoc test Dunna p=0,0206 istotna różnica pomiędzy grupami o niskim i średnim indeksie p-HDI-10		

Legenda: : N- liczności; M – średnia; S – odchylenie standardowe; Me – Mediana; Min, Maks. – wartości minimalne i maksymalne; ¹ - test Kruskala-Wallisa; **istotne statystycznie

Tab. S. 18. Liczba plemników o prawidłowej budowie morfologicznej o ruchu postępowym (mln) względem indeksu diety p-HDI-10

Parametry oceny statystycznej	Liczba plemników o prawidłowej budowie morfologicznej o ruchu postępowym [mln]		
	niski p-HDI-10 N=101	średni p-HDI-10 N=275	wysoki p-HDI-10 N=189
M	1,87	2,52	2,22
S	2,39	2,78	2,57
Me	1,01	1,53	1,09
Min	0,00	0,00	0,00
Maks.	13,61	15,98	16,81
p ¹	0,0543*		

Legenda: N- liczności; M – średnia; S – odchylenie standardowe; Me – Mediana; Min, Max. – wartości minimalne i maksymalne; ¹ - test Kruskala-Wallisa, *ns

Tab. S. 19. Analiza porównawcza w grupach mężczyzn o prawidłowych i nieprawidłowych parametrach nasienia względem spożywania słodzonych napojów gazowanych

Parametr	grupa	spożywanie słodzonych napojów gazowanych		poziom istotności statystycznej p ¹
		tak	nie	
objętość ejakulatu [ml]	prawidłowa	55,84%	44,16%	0,80718
	nieprawidłowa	58,82%	41,18%	
koncentracja [mln/ml]	prawidłowa	54,55%	45,45%	0,16918

Parametr	grupa	spożywanie słodzonych napojów gazowanych		poziom istotności statystycznej p ¹
		tak	nie	
całkowita liczba plemników/ ejakulat	nieprawidłowa	62,29%	39,71%	0,16918
	prawidłowa	55,60%	44,40%	
	nieprawidłowa	57,27%	42,73%	
ruch postępowy [%]	prawidłowa	55,36%	44,64%	0,65924
	nieprawidłowa	56,49%	43,51%	
całkowity ruch postępowy /ejakulat	prawidłowa	55,01%	44,99%	0,36790
	nieprawidłowa	58,33%	41,67%	
prawidłowa budowa morfologiczna [%]	prawidłowa	50,79%	49,21%	0,00338
	nieprawidłowa	62,40%	37,60%	
całkowita liczba prawidłowych morfologicznie plemników /ejakulat	prawidłowa	55,42%	44,58%	0,53868
	nieprawidłowa	57,45%	42,55%	
całkowita liczba morfologicznie prawidłowych plemników o ruchu postępowym	prawidłowa	54,99%	45,01%	0,39000
	nieprawidłowa	58,05%	41,95%	

Legenda: ¹ – test Chi² Pearsona; istotne statystycznie różnice pogrubiono

Tab. S. 20. Analiza porównawcza w grupach mężczyzn o prawidłowych i nieprawidłowych parametrach nasienia względem rodzaju spożywanych napojów gazowanych

Parametr	grupa	rodzaj spożywanych słodzonych napojów gazowanych				poziom istotności statystycznej p
		nie pije	napoje typu cola	napoje energetyzujące	pozostałe	
objętość ejakulatu [ml]	prawidłowa	44%	49%	2%	5%	0,77370 ¹
	nieprawidłowa	41%	59%	0%	0%	
koncentracja [mln/ml]	prawidłowa	45%	47%	2%	5%	0,14140 ¹
	nieprawidłowa	40%	56%	0%	4%	
całkowita liczba plemników/ ejakulat	prawidłowa	45%	48%	2%	5%	0,26800 ¹
	nieprawidłowa	43%	55%	0%	3%	
ruch postępowy [%]	prawidłowa	45%	47%	3%	6%	0,24200 ¹
	nieprawidłowa	44%	52%	1%	4%	
całkowity ruch postępowy /ejakulat	prawidłowa	45%	47%	2%	6%	0,05103 ¹
	nieprawidłowa	42%	55%	0%	3%	
prawidłowa budowa morfologiczna [%]	prawidłowa	50%	44%	2%	5%	0,02508¹
	nieprawidłowa	38%	56%	1%	5%	
całkowita liczba prawidłowych morfologicznie plemników /ejakulat	prawidłowa	45%	48%	2%	5%	0,24500 ¹
	nieprawidłowa	43%	53%	0%	4%	
całkowita liczba morfologicznie prawidłowych plemników o ruchu postępowym	prawidłowa	45%	47%	2%	6%	0,04313¹
	nieprawidłowa	43%	55%	0%	3%	

Legenda: ¹ - test Fishera-Freemana-Haltona; istotne statystycznie różnice pogrubiono

Tab. S. 21. Analiza porównawcza w grupach o prawidłowych i nieprawidłowych parametrach nasienia względem stosowania odżywek w całej grupie badanych (N=565)

Parametr	grupa	Stosowanie odżywek			poziom istotności statystycznej p
		nigdy	zaprząst	nadal używa	
objętość ejakulatu [ml]	prawidłowa	81,57%	7,12%	11,31%	0,4959 ²
	nieprawidłowa	76,47%	11,76%	11,76%	

Parametr	grupa	Stosowanie odżywek			poziom istotności statystycznej p
		nigdy	zaprzestał	nadal używa	
koncentracja [mln/ml]	prawidłowa	81,35%	6,53%	12,12%	0,31656 ¹
	nieprawidłowa	81,62%	9,56%	8,82%	
całkowita liczba plemników/ ejakulat	prawidłowa	81,10%	6,81%	12,09%	0,39547 ¹
	nieprawidłowa	82,73%	9,09%	8,18%	
ruch postępowy [%]	prawidłowa	80,00%	8,21%	11,79%	0,62465 ¹
	nieprawidłowa	82,81%	6,32%	10,88%	
całkowity ruch postępowy/ejakulat	prawidłowa	81,17%	7,09%	11,74%	0,86706 ¹
	nieprawidłowa	82,05%	7,69%	10,26%	
prawidłowa budowa morfologiczna [%]	prawidłowa	79,05%	6,98%	13,97%	0,08432 ¹
	nieprawidłowa	84,40%	7,60%	8,00%	
całkowita liczba prawidłowych morfologicznie plemników /ejakulat	prawidłowa	80,90%	6,84%	12,26%	0,41074 ¹
	nieprawidłowa	82,98%	8,51%	8,51%	
całkowita liczba morfologicznie prawidłowych plemników o ruchu postępowym/ejakulat	prawidłowa	80,82%	7,42%	11,76%	0,85431 ¹
	nieprawidłowa	82,76%	6,90%	10,34%	

Legenda: ¹ - test Chi² Pearsona; ² - test Fishera-Freemana-Haltona

Tab. S. 22. Analiza porównawcza w grupach mężczyzn o prawidłowych i nieprawidłowych parametrach nasienia względem czasu noszenia telefonu komórkowego w przedniej kieszeni spodni

Parametr	grupa	Czas noszenia telefonu komórkowego w przedniej kieszeni spodni			poziom istotności statystycznej p ¹
		Me	Q1	Q3	
objętość [ml]	prawidłowa	1	1	2	0,050425
	nieprawidłowa	2	1	3	
koncentracja [mln/ml]	prawidłowa	1	1	2	0,860321
	nieprawidłowa	1	1	2	
całkowita liczba plemników/ ejakulat	prawidłowa	1	1	2	0,227360
	nieprawidłowa	1	1	2	
ruch postępowy [%]	prawidłowa	1	1	2	0,849872
	nieprawidłowa	1	1	2	
całkowity ruch postępowy /ejakulat	prawidłowa	1	1	2	0,971688
	nieprawidłowa	1	1	2	
prawidłowa budowa morfologiczna [%]	prawidłowa	1	1	2	0,312756
	nieprawidłowa	1	1	2	
całkowita liczba prawidłowych morfologicznie plemników /ejakulat	prawidłowa	1	1	2	0,590215
	nieprawidłowa	1	1	2	
całkowita liczba morfologicznie prawidłowych plemników o ruchu postępowym	prawidłowa	1	1	2	0,77463
	nieprawidłowa	1	1	2	

Legenda: Me - mediana: 0- wcale; 1-do 3 godz./dzień; 2- >3-6 godz./dzień; 3 - >6-9 godz./dzień; 4- >9 godz./dzień; Q1 – dolny kwartył, Q3- górny kwartył; ¹ - test U Manna-Whitney'a (z poprawką na ciągłość)

Tab. S. 23. Analiza porównawcza w grupach mężczyzn o prawidłowych i nieprawidłowych parametrach nasienia względem korzystania z laptopów na kolanach (N=565)

Parametr	grupa	laptop na kolanach		poziom istotności statystycznej p ¹
		nie	tak	
objętość ejakulatu [ml]	prawidłowa	87,59%	12,41%	0,23825
	nieprawidłowa	88,24%	11,76%	
koncentracja [mln/ml]	prawidłowa	83,22%	16,78%	0,56749
	nieprawidłowa	85,29%	14,71%	
całkowita liczba plemników/ ejakulat	prawidłowa	83,74%	16,26%	0,97968
	nieprawidłowa	83,64%	16,36%	
ruch postępowy [%]	prawidłowa	83,93%	16,07%	0,89251
	nieprawidłowa	83,51%	16,49%	
całkowity ruch postępowy /ejakulat	prawidłowa	83,37%	16,63%	0,72089
	nieprawidłowa	84,62%	15,38%	
prawidłowa budowa morfologiczna [%]	prawidłowa	85,40%	14,60%	0,22472
	nieprawidłowa	81,60%	18,40%	
całkowita liczba prawidłowych morfologicznie plemników /ejakulat	prawidłowa	82,61%	17,39%	0,28488
	nieprawidłowa	86,21%	13,79%	
całkowita liczba morfologicznie prawidłowych plemników o ruchu postępowym/ejakulat	prawidłowa	83,74%	16,26%	0,97968
	nieprawidłowa	83,64%	16,36%	

Legenda: ¹ – test Chi² Pearsona

Załącznik nr 1 - ZGODA KOMISJI BIOETYCZNEJ



UNIwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

KOMISJA BIOETYCZNA PRZY UNIwersytecie Medycznym
im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

Collegium Stomatologicum
ul. Bukowska 70
60-812 Poznań

tel. (+48 61) 854 73 36
www.bioetyka.ump.edu.pl

Uchwała nr 1268/18

Na podstawie przepisów Ustawy z dnia 5 grudnia 1996 r. o zawodach lekarza i lekarza dentysty (t.j. Dz. U. z 2017, poz. 125 z późn. zm.); Rozporządzenia Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 11 maja 1999 r. w sprawie szczegółowych zasad powoływania i finansowania oraz trybu działania komisji bioetycznych (Dz. U. Nr 47, poz. 480); Ustawy z dnia 6 września 2001r. Prawo farmaceutyczne (t.j. Dz. U. z 2016, poz. 2142 z późn. zm.); Rozporządzenia Ministra Finansów z dnia 30 kwietnia 2004r. w sprawie obowiązkowego ubezpieczenia odpowiedzialności cywilnej badacza i sponsora (Dz. U. 2004 nr 101, poz. 1034 z późn. zm.); Rozporządzenia Ministra Finansów z dnia 18 maja 2005r. zmieniające rozporządzenie w sprawie obowiązkowego ubezpieczenia odpowiedzialności cywilnej badacza i sponsora (Dz. U. Nr 101, poz. 945); Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 30 kwietnia 2004r. w sprawie sposobu prowadzenia badań klinicznych z udziałem małoletnich (Dz. U. 2004 Nr 104, poz. 1108); Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 30 kwietnia 2004r. w sprawie zgłaszania niespodziewanego ciężkiego niepożądanego działania produktu leczniczego (Dz. U. Nr 104, poz. 1107); Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 17 lutego 2016 r. I w sprawie wzorów wniosków związanych z badaniami klinicznymi wyrobu medycznego lub aktywnego wyrobu medycznego do implantacji oraz wysokości opłat za złożenie tych wniosków (Dz. U. z 2016 r., poz. 268); Ustawy z dnia 20 maja 2018 r. o wyrobach medycznych (t.j. Dz. U. z 2017, poz. 211 z późn. zm.); Rozporządzenia Ministra Finansów z dnia 6 października 2018 r. w sprawie obowiązkowego ubezpieczenia odpowiedzialności cywilnej sponsora i badacza klinicznego w związku z prowadzeniem badania klinicznego wyrobów (Dz. U. 2018, Nr 194, poz. 1290); Ustawy z dnia 18 marca 2011 r. o Urzędzie Rejestracji Produktów Leczniczych, Wyrobów Medycznych i Produktów Biobójczych (t.j. Dz. U. z 2016 r., poz. 1718); Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 2 maja 2012r. w sprawie Dobrej Praktyki Klinicznej (Dz. U. 2012, poz. 459); Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 2 maja 2012r. w sprawie wzorów dokumentów przedkładanych w związku z badaniami klinicznymi produktu leczniczego oraz w sprawie wysokości i sposobu wliczania opłat za złożenie wniosku o rozpoczęcie badania klinicznego (Dz. U. 2012, Nr 0, poz. 491); w oparciu o Deklarację Helsińską - Zasady Etycznego Postępowania w Eksperymentach Medycznych z Udziałem Ludzi oraz przepisy ICH GCP.

Komisja Bioetyczna, na posiedzeniu w dniu 06 grudnia 2018 r.

rozpatrzyła wniosek dotyczący prowadzenia badań naukowych.

Kierownik projektu: prof. dr hab. med. Piotr Jędrzejczak

Miejsce prowadzenia badań:

**Klinika Niepłodności i Endokrynologii Rozrodu, Pracownia Andrologii
Ginekologiczno-Położniczego Szpitala Klinicznego
Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu**

Główny badacz: mgr anal. med. Anna Berger

Członkowie zespołu

**badawczego: prof. dr hab. med. Piotr Jędrzejczak
mgr Anna Berger
dr n. biol. Grażyna Taszarek-Hauke
prof. dr hab. med. Leszek Pawelczyk**

Temat badań: „Wpływ stylu życia na jakość męskiego nasienia”.

Komisja wydała uchwałę o pozytywnym zaopiniowaniu tego wniosku

Przewodniczący Komisji

prof. zw. dr hab. med. Paweł Chęciński

Załącznik nr 2 - WZÓR ANKIETY

PRACOWNIA ANDROLOGII,
KLINIKA NIEPŁODNOŚCI I ENDOKRYNOLOGII ROZRODU
GINEKOLOGICZNO-POŁOŻNICZY
SZPITAL KLINICZNY
UNIwersytet Medyczny, Poznań

„WPŁYW STYLU ŻYCIA NA PARAMETRY MĘSKIEGO NASIENIA”

CZĘŚĆ 1 - DANE OGÓLNE

Numer ankiety

- data.....
- wiek.....
- wzrost (cm).....
- masa ciała (kg).....
- czas abstynencji seksualnej:.....dni

1. Miejsce zamieszkania (województwo).....

ZAZNACZ WŁAŚCIWE

wieś	
miasto 2 tys.-20 tys. mieszkańców	
miasto 20-100 tys. mieszkańców	
miasto > 100 tys. mieszkańców	

2. Jakie jest Pana wykształcenie?

- a) zawodowe
- b) średnie
- c) wyższe
- d) podstawowe

3. Jaki wykonuje Pan zawód ?

- a) pracownik fizyczny
- b) pracownik biurowy
- c) nie pracuję

4. Praca 1 – zmianowa..... 2-zmianowa..... 3- zmianowa.....

CZĘŚĆ 2 - WYWIAD MEDYCZNY

1. Czy choruje Pan na jakąś chorobę przewlekłą?

- a) tak „.....jaka?.....
- b) nie

2. Czy miał Pan operacje?

a) tak, jakie?.....

b) nie

3. Czy stosuje Pan leki w czasie ostatnich trzech miesięcy?

a) tak, jakie?.....

b) nie

4. Czy wystąpiła u Pana gorączka powyżej 38°C trwająca powyżej jednej doby w czasie ostatnich trzech miesięcy?

a) tak kiedy?.....

b) nie

5. Czy staracie się Państwo bezskutecznie o potomstwo ?

a) tak, od ilu miesięcy.....

b) nie

6. Czy w związku z jakąś chorobą stosuje Pan dietę?

a) tak, jaką?.....

b) nie

7. Czy stosuje Pan regularnie suplementy diety (antyoksydanty)?

a) tak, jakie?.....

b) nie

CZĘŚĆ 3 - KWESTIONARIUSZ DO BADANIA POGLĄDÓW I ZWYCZAJÓW ŻYWIENIOWYCH

Część B. Częstotliwość spożycia żywności z pytaniami dotyczącymi częstotliwości spożycia żywności, które są składowymi: „Indeksu prozdrowotnej diety” (p-HDI-10).

W tej części pytamy o rodzaj żywności, którą Pan spożywa. Chcemy się dowiedzieć, jak często zazwyczaj jada Pan tą żywność? Odpowiadając na pytania proszę uwzględnić żywność jadaną w posiłkach i między posiłkami, w domu i poza domem, w ciągu ostatniego roku.

*W tej części proszę wskazać **jedną** odpowiedź.*

1. Jak często spożywa Pan pieczywo razowe?

(1) __ Nigdy

(2) __ 1-3 razy w miesiącu

(3) __ Raz w tygodniu

(4) __ Kilka razy w tygodniu

(5) __ Raz dziennie

(6) __ Kilka razy w ciągu dnia

2. Jak często spożywa Pan kaszę gryczaną, płatki owsiane, makaron pełnoziarnisty lub inne kasze gruboziarniste?

(1) __ Nigdy

(2) __ 1-3 razy w miesiącu

(3) __ Raz w tygodniu

(4) __ Kilka razy w tygodniu

(5) __ Raz dziennie

(6) __ Kilka razy w ciągu dnia

3. Jak często spożywa Pan mleko (w tym mleko smakowe, kakao, kawę na mleku)?

- (1) __ Nigdy
- (2) __ 1-3 razy w miesiącu
- (3) __ Raz w tygodniu
- (4) __ Kilka razy w tygodniu
- (5) __ Raz dziennie
- (6) __ Kilka razy w ciągu dnia

4. Jak często spożywa Pan fermentowane napoje mleczne, np. jogurty, kefiry(naturalne lub smakowe)?

- (1) __ Nigdy
- (2) __ 1-3 razy w miesiącu
- (3) __ Raz w tygodniu
- (4) __ Kilka razy w tygodniu
- (5) __ Raz dziennie
- (6) __ Kilka razy w ciągu dnia

5. Jak często spożywa Pan sery twarogowe (w tym serki homogenizowane, desery twarogowe)?

- (1) __ Nigdy
- (2) __ 1-3 razy w miesiącu
- (3) __ Raz w tygodniu
- (4) __ Kilka razy w tygodniu
- (5) __ Raz dziennie
- (6) __ Kilka razy w ciągu dnia

6. Jak często spożywa Pan potrawy z tzw. mięsa białego, np. z kurczaka, indyka, królika?

- (1) __ Nigdy
- (2) __ 1-3 razy w miesiącu
- (3) __ Raz w tygodniu
- (4) __ Kilka razy w tygodniu
- (5) __ Raz dziennie
- (6) __ Kilka razy w ciągu dnia

7. Jak często spożywa Pan ryby?

- (1) __ Nigdy
- (2) __ 1-3 razy w miesiącu
- (3) __ Raz w tygodniu
- (4) __ Kilka razy w tygodniu
- (5) __ Raz dziennie
- (6) __ Kilka razy w ciągu dnia

8. Jak często spożywa Pan potrawy z nasion roślin strączkowych, np. fasoli, grochu, soi, soczewicy?

- (1) __ Nigdy
- (2) __ 1-3 razy w miesiącu
- (3) __ Raz w tygodniu
- (4) __ Kilka razy w tygodniu
- (5) __ Raz dziennie
- (6) __ Kilka razy w ciągu dnia

9. Jak często spożywa Pan owoce?

- (1) __ Nigdy
- (2) __ 1-3 razy w miesiącu
- (3) __ Raz w tygodniu
- (4) __ Kilka razy w tygodniu
- (5) __ Raz dziennie
- (6) __ Kilka razy w ciągu dnia

10. Jak często spożywa Pan warzywa?

- (1) __ Nigdy
- (2) __ 1-3 razy w miesiącu
- (3) __ Raz w tygodniu
- (4) __ Kilka razy w tygodniu
- (5) __ Raz dziennie
- (6) __ Kilka razy w ciągu dnia

CZEŚĆ 4. OCENA AKTYWNOŚCI FIZYCZNEJ W CZASIE WOLNYM

1. Czy uprawia Pan sport regularnie w wolnym czasie, minimum 3 miesiące

a) tak ,.....jaki?.....

Od ilu lat uprawia Pan daną dyscyplinę?.....

Ile razy w tygodniu wykonuje Pan trening?.....

Czas trwania jednorazowego wysiłku.....

b) nie

MIĘDZYNARODOWY KWESTIONARIUSZ AKTYWNOŚCI FIZYCZNEJ REKREACJA, SPORT I AKTYWNOŚĆ FIZYCZNA W CZASIE WOLNYM

W pytaniach użyto niżej wymienionych określeń:

- **Intensywna** aktywność fizyczna oznacza ciężki wysiłek, zmuszający do silnie wzmożonego oddychania (i przyspieszonej akcji serca);
- **Umiarkowana** aktywność fizyczna oznacza wysiłek przeciętny z nieco wzmożonym oddychaniem (i nieco przyspieszoną akcją serca).

1. Proszę podać liczbę dni w ciągu ostatnich 7, w których chodził Pan/i jednorazowo co najmniej 10 minut w czasie wolnym.

Dni w tygodniu

Nie wykonywałam/em takiej czynności. → *przejsć do pytania 3*

2. Proszę podać ile czasu przeznaczył Pan/i w jednym z takich (przeciętnych) dni na chodzenie w czasie wolnym.

Godzin dziennie

Minut dziennie

3. Proszę podać liczbę dni w ciągu ostatnich 7, w których uprawiał Pan/i intensywną aktywność fizyczną, np. aerobik, biegi, szybka jazda rowerem, szybkie pływanie w czasie wolnym.

Dni w tygodniu

Nie wykonywałam/em takiej czynności. → przejść do pytania 5

4. Proszę podać ile czasu zwykle poświęca Pan/i w jednym z takich (przeciętnych) dni na intensywną aktywność fizyczną w czasie wolnym.

Godzin dziennie

Minut dziennie

5. Proszę podać liczbę dni w ciągu ostatnich 7, w których wykonywał Pan/i umiarkowaną aktywność fizyczną w czasie wolnym, np. jazda rowerem w regularnym tempie, pływanie w regularnym tempie, gra w siatkówkę

Dni w tygodniu

Nie wykonywałam/em takiej czynności.

6. Proszę podać ile czasu zwykle spędza Pan/i w jednym z takich (przeciętnych) dni na umiarkowaną aktywność fizyczną w czasie wolnym.

Godzin dziennie

Minut dziennie

CZĘŚĆ 5 - STYL ŻYCIA

1. Jaki wymieniony napój Pan preferuje i jak często go spożywa? W tej części proszę wskazać jedną odpowiedź.

Napój	codziennie	3-4 razy w tygodniu	1-2 razy w tygodniu	rzadko (1-3 razy w miesiącu)	nigdy
Napoje typu cola					
Napoje energetyczne					
Oranżady, lemoniady					

2. Jaki napój alkoholowy pije Pan najczęściej?

Napój alkoholowy	codziennie	3-4 razy w tygodniu	1-2 razy w tygodniu	rzadko (1-3 razy w miesiącu)	nigdy
piwo (0,5l)					
wino (175ml)					
inny alkohol niskoprocentowy					

(75 ml)					
mocne trunki (40 ml)					

3. Czy pali Pan papierosy?

a) nie, nigdy

b) tak w ciągu ostatnich 3 miesięcy, ile sztuk/dobę.....od kiedy?.....

zaznacz właściwe

do 5 lat	
>5 do 10 lat	
> 10 lat	

c) tak, ale więcej niż 3 miesiące temu paliłem w okresie:.....

4. Czy przechowuje Pan telefon komórkowy w przedniej kieszeni spodni w ciągu ostatnich trzech miesięcy?

a)nie, wcale

b) tak

zaznacz właściwe

do 3 h/dziennie	
3-6 h/dzień	
>6-9 h/dzień	
> 9h/dzień	

5.Czy korzysta Pan z laptopa umieszczając go na kolanach ?

a) tak

b) nie

6.Czy stosuje Pan odżywki białkowe ?

a) nie, nigdy

b) tak, w ciągu ostatnich 3 miesięcy

c) tak, ale więcej niż 3 miesiące temu

Proszę podać rodzaj