

Piotr Rzeźniczek

**ANALIZA PARAMETRÓW ŻYCIOWYCH WŚRÓD
UCZESTNIKÓW KONTROLOWANEJ SYMULACJI DACHOWANIA
I SYMULACJI ZDERZENIA ORAZ ICH WPŁYW NA ZMIANĘ
ŚWIADOMOŚCI BEZPIECZEŃSTWA JAZDY**

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

Promotor: dr hab. Bartosz Bilski



Kolegium Nauk o Zdrowiu
Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

Poznań, 2022

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP	4
1.1. Rodzaje symulatorów	6
1.2. Symulacja dachowania	8
1.3. Symulacja zderzenia	9
1.4. Parametry życiowe	9
1.5. Od zaburzeń błędnika do choroby symulatorowej	13
1.6. Profilaktyka dysfunkcji błędnika	18
2. METODOLOGIA BADAŃ WŁASNYCH	25
2.1. Cel główny	25
2.2. Cel dodatkowy	25
2.3. Hipotezy badawcze	26
2.4. Miejsce prowadzenia badań	30
2.5. Grupa badana	31
2.6. Narzędzia badawcze	33
2.7. Przebieg symulacji i badania	38
3. ANALIZA STATYSTYCZNA	42
4. WYNIKI I OMÓWIENIE	43
4.1. Zmienne socjodemograficzne	43
4.2. Symulacja dachowania	46
4.2.1. Parametry życiowe	46
4.2.2. Symptomy choroby symulatorowej	53
4.3. Symulacja zderzenia	57
4.3.1. Parametry życiowe	57
4.3.2. Symptomy choroby symulatorowej	64

4.4. Analiza porównawcza badanych zmiennych pomiędzy 2 grupami biorącymi udział w symulacjach.....	67
4.4.1. Parametry życiowe.....	67
4.4.2. Symptomy choroby symulatorowej.....	72
4.5. Deklaratywna zmiana postrzegania bezpieczeństwa.....	73
4.5.1. Ocena wpływu symulacji na zmianę zachowań w ruchu drogowym.....	73
4.5.2. Ocena wpływu symulacji na zmianę nawyków bezpieczeństwa ruchu drogowego.....	74
5. DYSKUSJA	78
6. WNIOSKI	83
7. STRESZCZENIE	85
8. SUMMARY	88
9. PIŚMIENNICTWO	91
10. SPIS TABEL	102
11. SPIS RYCIN	103
12. SPIS FOTOGRAFII	105
13. ZAŁĄCZNIKI	106

1. WSTĘP

Symulatory od dawna wpisują się w funkcjonowanie życia ludzi wielu branż. Słowo „symulacja” pochodzi z języka łacińskiego – *simulatio* – i oznacza „udawanie”. Definiowane jest jako: „sztuczne odtwarzanie właściwości danego obiektu lub zjawiska, za pomocą jego modelu” [1].

Symulatory stały się postępem naukowym i technologicznym naszych czasów. Mogą ułatwiać życie i dostarczać faktów do świata nauki, a w życiu prywatnym stanowić źródło rozrywki. Wykorzystywane są we wszystkich branżach. Służą między innymi do celów szkoleniowych (np.: na stanowiskach produkcyjnych), zwiększają wydajność zakładów pracy, stanowią także ważny element szkolenia pilotów, kierowców zawodowych, kierowców pojazdów uprzywilejowanych i personelu medycznego. Symulatory poprzez analizę wpływu wizualizacji, dźwięków oraz przeciążeń na organizm służą również do celów badawczych. W życiu prywatnym stanowią rozrywkę, mogąca przenosić w świat wirtualnej rzeczywistości na najwyższym poziomie. Dokładne odwzorowanie wrażeń wizualnych, dźwiękowych i dotykowych, pozwala na wierne odtworzenie rzeczywistych warunków. Symulatory powszechnie stosowane to głównie symulatory statyczne, dynamiczne oraz od niedawna symulacje wirtualnej rzeczywistości tzw. *virtual reality* – VR.

W warunkach symulacyjnych, zmysły odbierają bodźce w sposób dotąd nieznany, przez co organizm może równie zaskakująco reagować. Zaobserwowano szereg objawów związanych z układem pokarmowym, układem nerwowym oraz zaburzeniami błędnika. Osoby poddawane ekspozycji wykazywały zmiany okulograficzne, skórno-galwaniczne i sercowo-naczyniowe [2-6]. Opisywany w literaturze jest również wpływ zmęczenia oraz działania środków psychoaktywnych na zdolności manualne obsługi symulatorów [7-10]. Informacją płynącą z badań jest również wiek – literatura podaje przykład osób starszych, u których zdolności poznawcze, np. podczas zmiany pasa ruchu drogowego, lub przejazd przez nieoznakowane skrzyżowanie, były wyraźnie osłabione, co zaobserwowano w trakcie symulacji jazdy samochodem. Osoby starsze wykazują również większe zaangażowanie

w planowaniu, czego przykładem może być określenie trasy przed podróżą i możliwych niedogodności w jej trakcie. Tego typu badania, dostarczają informacji o podłożu błędów wśród grupy kierowców wieku późnej dorosłości i starości (w przyszłości pozwoliłoby to na eliminację ryzykownych decyzji) [11-13]. Warto wspomnieć, że dużą zaletą symulacji jest możliwość ich kontrolowania, co pozwala ograniczyć zagrożenie, które mogłoby wystąpić w rzeczywistości.

Przykładem roli edukacyjnej symulatorów dla studentów oraz personelu medycznego jest nauka podstawowych i zaawansowanych czynności resuscytacyjnych na wyspecjalizowanych manekinach. Uważa się, że prekursorem symulacji medycznych jest norweska firma Laerdal, która jako pierwsza, w 1960 roku, stworzyła symulator służący do nauki resuscytacji krążeniowo-oddechowej, manekina „Resusci Anne” [14].

Mimo naukowej popularności omawianego zjawiska wciąż pozostają obszary wymagające pogłębienia badawczego – w tym zakresie mieszczą się również badania nad symulatorami dachowania i zderzenia. W kontekście zdrowia publicznego, badanie podstawowych parametrów życiowych (ciśnienie tętnicze, tętno, saturacja) pozwoli ocenić reakcję organizmu na specyficzny bodziec symulacyjny jakim są symulacje z wykorzystaniem ruchomych platform – bez udziału wirtualnej rzeczywistości. Nie ma doniesień naukowych opisujących wpływ podobnych symulacji na zmiany podstawowych parametrów życiowych. Dodatkowym motywem wyboru tematu jest ocena wystąpienia zjawiska choroby symulatorowej jako przypadłości opisującej objawy poekspozycyjne związane z udziałem w symulacjach. Temat ten jest coraz częściej poruszany w znaczeniu wpływu symulacji na odczuwalne skutki bodźca symulacyjnego. Symulacje dachowania i zderzenia ze względu na swój charakter, mogą przyczynić się także do zwiększenia świadomości w zakresie bezpieczeństwa ruchu drogowego. Prezentowana poniżej praca jest próbą poszerzenia wiedzy w zakresie wpływu symulatorów dachowania i zderzenia na funkcjonowanie człowieka.

1.1. Rodzaje symulatorów

Techniczne uwarunkowania urządzeń służących do wykonywania symulacji [15], oraz ich zróżnicowanie przyczyniają się do zmienności natężenia obserwowanych objawów. Najprostszym podziałem symulacji, jest klasyfikacja ze względu na rodzaju użytej platformy symulatora. Podział ten wyróżnia platformę statyczną oraz platformę dynamiczną. Platforma statyczna (*fixed based*) dostarcza informacji wzrokowych, natomiast platforma ruchowa (*motion based*) generuje więcej reakcji organizmu, jest bardziej zbliżona do realiów prezentowanego tematu, wiąże się z ruchem, a badani odczuwają siły przyspieszenia oraz przechylenie [16].

Symulatory ze względu na stopień zaawansowania można podzielić na 3 klasy: proste symulatory treningowe, symulatory klasy średniej oraz symulatory zaawansowane [17-20].

Symulatory proste są najpopularniejsze i służą głównie celom rozrywkowym. Można je spotkać w salonach gier, jak i zakupić do użytku prywatnego. Symulatory tej klasy, związane są głównie z symulacją jazdy samochodem, a wrażenie jazdy odzwierciedlają elementy techniczne pojazdu, takie jak: kierownica, dźwignia zmiany biegów oraz pedały przyspieszenia i hamowania. Dodatkowymi elementami często są monitory specjalnie przystosowane do symulacji oraz okulary VR i hełm HDM (*Head Mounted Display*), które mają ograniczyć bodźce z zewnątrz [10]. Dźwięk w takich symulacjach, generowany jest przy pomocy komputera, a obraz wyświetlany jest w formie filmu z odwzorowaniem warunków jazdy wraz z otoczeniem i potencjalnymi zagrożeniami. Tego rodzaju dodatki do symulacji, mają wprowadzać element rozproszenia, ale również generować większe skupienie podczas jazdy. Symulacje tej klasy, służą głównie do rywalizacji w formie rozrywki, a nie do celów naukowo-badawczych i mogą być wstępem do rozwoju symulatorów klasy średniej. Badania ukazują duże różnice w uzyskanych wynikach po symulacjach na prostych symulatorach w porównaniu z realnymi jazdami samochodem opartymi na podobnym scenariuszu. Przykładem jest problem z utrzymywaniem odległości oraz prawidłowego kierunku jazdy względem drogi [17, 18].

Symulatory typu prostego wykorzystywane głównie do symulacji jazdy samochodem, pozwalają na zapoznanie się z rzeczywistą obsługą manualną pojazdu oraz podstawowymi zasadami ruchu drogowego poprzez odwzorowanie środowiska i techniki jazdy wraz z zachowaniem zasad bezpieczeństwa ruchu drogowego [19].

Symulatory klasy średniej cechują profesjonalne miejsca i specjalistyczne urządzenia będące składową symulatora – fotele samochodów wyścigowych lub rajdowych odpowiednio wyprofilowane, panele deski rozdzielczej z kompletem włączników realnego panelu, kabiny z zamontowanym panoramicznym ekranem dającym efekt zagospodarowania otoczenia kierunku jazdy oraz nagłośnienie z efektem dźwięku przestrzennego. Symulatory tej klasy, mają odrębne oprogramowanie do kreowania zmiennych czynników symulacji. Opublikowane są również badania, których uczestnicy biorąc udział w ruchomych symulacjach, rzadziej zgłaszali nudności niż przy użyciu statycznych platform [10].

Symulatory klasy średniej, wykorzystywane są do prowadzenia badań przez psychologów oraz do testowania rozwiązań w aglomeracjach miast, np. na drogach czy w tunelach [10].

Symulatory najwyższej klasy (najbardziej zaawansowane) posiadają na platformie nie tylko samochód osobowy, lecz często kabiny wielkogabarytowe (bus, autobus, samochód ciężarowy) i zabudowane są z odwzorowaniem najdrobniejszych szczegółów budowy. Od strony technicznej dźwięk i obraz są najwyższej jakości, a ruch generowany platformą odbywa się we wszystkich płaszczyznach wraz z przeciążeniami działającymi na symulator i osobę badaną. Jeśli symulacja dotyczy jazdy, to symulatory tej klasy mają możliwość dostosowania nawet rodzaju powierzchni oraz wybierania konkretnych zjawisk pogodowych [10].

Symulatory zaawansowane wykorzystywane są głównie przez koncerny motoryzacyjne do testowania nowatorskich rozwiązań w nowych modelach samochodów [10]. Lokalizacja tych symulatorów to najczęściej laboratoria badawcze ukierunkowane na wąski obszar badań. Do tej klasy należą również profesjonalne symulatory lotów służące do szkoleń pilotów.

1.2. Symulacja dachowania

Symulatory wykorzystywane w motoryzacji mogą pełnić funkcję szkoleniową i prewencyjną w zapobieganiu ryzykownych zachowań drogowych. Najbardziej popularnym symulatorem w tym zakresie jest symulator dachowania (rodzaj symulatora dynamicznego). Uczestnicy symulacji, będąc wewnątrz pojazdu, mogą uświadomić sobie rolę pasów bezpieczeństwa jako głównego zabezpieczenia zapobiegającego przemieszczaniu się ciała w samochodzie. Dzięki zamontowanej do podwozia ruchomej platformie, samochód osobowy wykonuje ruchy obrotowe wokół własnej osi, symulując w ten sposób dachowanie pojazdu. Symulator dachowania, skonstruowano w sposób umożliwiający nadzór nad przebiegiem symulacji. Specjalnie przeszkolony operator, wprawia w ruch obrotowy platformę w obu kierunkach z możliwością zatrzymania pojazdu podwoziem ku górze – jest to moment symulujący zatrzymanie samochodu podwoziem ku górze po wypadku [21]. Uczestnik w sposób bezpieczny i kontrolowany może przekonać się jak działają siły przeciążenia podczas ruchu obrotowego. Mechanizm startowy, obsługiwany przez osobę do tego przeszkoloną, jest uruchamiany wyłącznie, gdy są zamknięte wszystkie drzwi samochodu oraz zapięte wszystkie pasy bezpieczeństwa (nawet jeśli w symulacji bierze udział 1 uczestnik). W trakcie trwania symulacji, w samochodzie obecne są lekkie gąbki o kształcie piłki tenisowej, celem zobrazowania ruchu niezabezpieczonych przedmiotów. Ze względów bezpieczeństwa, podczas trwania symulacji, nie może być obecna w pobliżu żadna osoba poza obsługującym mechanizm symulatora

Symulatory dachowania, stanowią coraz częściej mobilny element propagowania zasad bezpieczeństwa ruchu drogowego. Dzięki możliwości ich wykorzystania na eventach motoryzacyjnych lub festynach rodzinnych [22], uczestnicy mogą przekonać się, jakie działają przeciążenia na organizm podczas dachowania i jak ważna jest w tym rola pasów bezpieczeństwa.

1.3. Symulacja zderzenia

W odniesieniu do zagadnień bezpieczeństwa biernego, rola pasów bezpieczeństwa stanowi kluczowy element ochrony przed obrażeniami podczas zderzenia samochodu z przeszkodą.

Symulacja polegająca na zobrazowaniu sytuacji kierowcy lub pasażera podczas zderzenia, przebiega z wykorzystaniem symulatora zderzenia czołowego. Budowa symulatora opiera się o wykorzystanie fotela samochodowego umieszczonego na pochyłej platformie zjazdowej. Operator wprawia w ruch zjazdowy fotel wraz z osobą biorącą udział w symulacji. Na końcu platformy umieszczona jest przeszkoda częściowo odkształcalna, symulująca obiekt, z którym zderza się pojazd. Gwałtowne zatrzymanie fotela jest wynikiem jego uderzenia w przeszkodę. Ze względów bezpieczeństwa, najczęstszą prędkością wykorzystywaną w tego typu symulatorach, jest 5-8 km/h [23, 24]. Ten rodzaj symulacji ma zobrazować znaczenie pasów bezpieczeństwa w ochronie przed obrażeniami powstałymi na skutek przemieszczenia ciała w obrębie pojazdu podczas zderzenia.

Symulator zderzenia czołowego, również jest mobilną konstrukcją, dzięki czemu jest możliwość wykorzystania go w miejscach poświęconych zagadnieniom ruchu drogowego [25].

1.4. Parametry życiowe

Pomiary podstawowych parametrów życiowych wykonywane są metodami nieinwazyjnymi praktycznie we wszystkich dziedzinach medycyny. Niewątpliwą zaletą tej metody, jest uzyskanie wyniku już po kilkunastu, a czasem kilku sekundach od pomiaru, co pozwala na natychmiastową reakcję w sytuacji zagrożenia życia. Nieprawidłowości ich wyników, mogą świadczyć o stanie nagłego zagrożenia zdrowia, a nawet życia. Wartości odbiegające od normy niekoniecznie muszą mieć związek ze stanem chorobotwórczym.

Mogą być reakcją na stresującą sytuację, wysiłek fizyczny lub wysoką temperaturę otoczenia.

Pomiar parametrów życiowych, stosowany jest również do oceny reakcji organizmu na konkretny bodziec. Nowa sytuacja i związane z nią czynniki stresogenne wpływają na organizm, powodując często chwilową zmianę ciśnienia tętniczego, tętna oraz oddechu.

Najbardziej powszechną metodą oceny podstawowych parametrów życiowych (ciśnienie, tętno, saturacja), jest nieinwazyjny ich pomiar z wykorzystaniem ciśnieniomierza oraz pulsoksymetru.

CIŚNIENIE TĘTNICZE

Pomiaru dokonuje się za pomocą aparatów do nieinwazyjnego mierzenia ciśnienia tętniczego. Najbardziej popularny jest obecnie automatyczny ciśnieniomierz z cyfrowym wyświetlaczem. Szerokie zastosowanie znajduje również sfigmomanometr sprężynowy i rtęciowy [26]. Mankiet ciśnieniomierza jest najczęściej szerokości 12-13 cm i 35 cm długości co umożliwia objęcie okolicy ramiennej lewej, gdzie powinno się prawidłowo dokonywać pomiaru.

Nieodłącznym elementem wiarygodnej oceny ciśnienia tętniczego jest pomiar jego 2 składowych. Pierwsza składowa to ciśnienie skurczowe, drugą jest ciśnienie rozkurczowe. Pierwsza składowa (ciśnienie skurczowe) stanowi maksymalne ciśnienie skurczu lewej komory serca, natomiast druga składowa (ciśnienie rozkurczowe) jest wartością ciśnienia w tętnicach podczas fazy rozkurczu serca [27]. Optymalne wartości ciśnienia skurczowego (systole) mieszczą się w przedziale 120-129 mm Hg, a granicę stanowi 140 mm Hg powyżej której wzrasta ryzyko wystąpienia niebezpiecznych dla zdrowia i życia epizodów neurologicznych oraz sercowo naczyniowych. W odniesieniu do ciśnienia rozkurczowego (diastole) optymalne wartości to: 80-84 mm Hg. O nadciśnieniu tętniczym mówimy, gdy ciśnienie skurczowe przekracza wartość 140 mm Hg, a rozkurczowe – 90 mm Hg [28].

Niedociśnienie jest stwierdzane, gdy wartości ciśnienia spadną poniżej normy – dla ciśnienia skurczowego <120 mm Hg, dla ciśnienia rozkurczowego <90 mm Hg [29].

TĘTNO

Do oceny tętna wykorzystuje się najczęściej przenośne urządzenie napalcowe (pulsoksymetr), mierzące równoczasowo saturację krwi tętniczej. Urządzenie w formie klipsa zakładanego na palec, wysyła przez nadajnik wiązkę światła monochromatycznego o dwóch długościach fal [30]. Diody wysyłają światło naprzemiennie, a sygnał jest stały i zmienny. Sygnał zmienny stanowi 1-5% całości sygnału i w głównej mierze od niego zależy dokładność pomiaru [31]. Analizie podlega część sygnału przypadająca na fazę skurczową mięśnia sercowego, dzięki czemu pomijany jest sygnał saturacji z naczyń żylnych i włosowatych. Wynik pomiaru stanowi średnią z okresu od 2 do 16 sekund od momentu rozpoczęcia pomiaru [32].

Prawidłowe wartości tętna mieszczą się w przedziale 60-100 uderzeń/minutę [33]. Częstość pracy serca powyżej 100 uderzeń/minutę jest określana jako tachykardia, a wartość poniżej 60 uderzeń/minutę to bradykardia. Wartości tętna mogą odbiegać od normy w odniesieniu do czynnika chorobotwórczego lub stresogennego a także na skutek nagłej zmiany położenia ciała np.: szybka pionizacja z pozycji horyzontalnej. W odniesieniu do symulacji z wykorzystaniem ruchomych platform, zmiany parametrów związanych z układem krążenia mogą być wynikiem przeciążeń towarzyszącym symulacjom. W wyniku ich działań dochodzi do gwałtownych zmian pozycji ciała co może powodować zaburzenia przepływu krwi [34-37].

SATURACJA

Saturacja krwi tętniczej mierzona metodami nieinwazyjnymi przy użyciu pulsoksymetru jest powszechnie stosowaną metodą diagnostyczną oceny wysycenia tlenem hemoglobiny krwi tętniczej. Dokładność tej metody pozwala określić stopień niedotlenienia (hipoksji) oraz wartości zawyżonych, świadczących np. o hiperwentylacji. Wartość saturacji oznaczana jest wynikiem procentowym [38], a normą jest zakres 95%-98% [39]. Najczęstszym miejscem oceny saturacji poprzez użycie pulsoksymetru, jest: palec ręki, małżowina uszna, palec stopy, a u noworodków nadgarstek lub stopa

(pulsoksymetr w formie opaski/mankietu) [40]. Falszywy odczyt poziomu saturacji może być wynikiem: zabrudzenia płytki paznokciowej w miejscu oceny pomiaru, niskiej temperatury otoczenia, zatrucia tlenkiem węgla (czad) lub nadmiernym ruchem ciała podczas badania.

1.5. Od zaburzeń błędnika do choroby symulatorowej

Zaburzenia funkcji układu równowagi mogą przybierać różne postacie. Uszkodzenia powodują zarówno niegroźne zmiany, jak i zróżnicowane postacie chorób oraz dysfunkcje układu nerwowego. Zaburzenia błędnika są ściśle związane z zaburzeniami równowagi oraz zawrotami głowy. Mogą stanowić 20-30% przyczyn dolegliwości wśród dorosłych, oraz kilkanaście procent u dzieci. Zawroty błędnikowe związane są z uszkodzeniem błędnika, natomiast poza błędnikowe dotyczą zmian w obrębie unerwienia [41]. Częściej obserwowane są u kobiet i osób starszych, a częstość ich występowania rośnie wraz z wiekiem [42].

Prusiński w swojej pracy odnosi się do klasyfikacji zawrotów, dzieląc je na dwie grupy. Do pierwszej należą zawroty złudzeniowe w kontekście iluzji ruchu (głównie wirowego) otoczenia, ruchu tylko ciała lub samej głowy. Drugą grupę stanowią złudzenia - iluzje niestabilności, gdy postawa jest niepewna i nie ma zachowanej równowagi [42].

Kolejny podział zawrotów zaproponował ponad 100 lat temu niemiecki psychiatra Hitzig. Według jego klasyfikacji, zawroty dzielą się na układowe i nieukładowe. Zawroty układowe – dotyczące złudzenia ruchu, a zawroty nieukładowe - związane z poczuciem niestabilności. Podział ten funkcjonuje w praktyce klinicznej również w czasach współczesnych. Często spotykanym określeniem zawrotów układowych w języku angielskim jest vertigo, a nieukładowych – dizziness [41].

CHOROBA LOKOMOCYJNA

Choroba lokomocyjna stanowić może poważny problem dla uczestników ruchu drogowego. Uciążliwe objawy potrafią utrzymywać się nawet przez kilka godzin, przez co podróżowanie zamiast być przyjemne staje się przykrym obowiązkiem. Choroba lokomocyjna nie jest strictly chorobą z medycznego punktu widzenia, bardziej dotyczy zespołu odczuwalnych objawów, takich jak nudności oraz wymioty. Występuje wśród ludzi i zwierząt w trakcie podróży drogą lądową (samochodem, komunikacją miejską), drogą morską (statkiem, szybkimi łodziami motorowymi) czy drogą powietrzną (samolotem).

W normalnej sytuacji, czyli wtedy, gdy występuje ruch ciała, receptory wzrokowe i przedsionkowe rejestrują porównywalne informacje na temat ruchu ciała, a sygnały z układu przedsionkowego i narządu wzroku są zgodne. Główną przyczyną choroby lokomocyjnej jest intersensoryczny konflikt między narządem przedsionkowym a narządem wzroku [40]. W większości przypadków występuje częściej wśród biernych uczestników (pasażerów). Nie ma również znaczenia, czy jest ona wynikiem podróży morskiej, drogowej lub powietrznej.

Objawami choroby lokomocyjnej są min.: nudności, wymioty, bledność skóry i zimne poty, często współistniejące z zaburzonym torem oddechowym – wzdychanie, ziewanie, hiperwentylacja – oraz bólem głowy i sennością [43]. Literatura podaje przykłady wystąpienia oporności na objawy choroby lokomocyjnej, a jej podłożem mogą być dysfunkcje układu przedsionkowego w uchu wewnętrznym [44].

W niektórych przypadkach choroby lokomocyjnej, konflikt polega na różnicy między otrzymywanymi obecnie sensorycznymi informacjami, a przechowanymi do tej pory doświadczeniami związanymi z wykonywanym ruchem [45-47]. Pitman i Yolton zastosowali termin „historia ekspozycji” w odniesieniu do gromadzonych wcześniej doświadczeń [48].

Niektórzy autorzy twierdzą, iż możliwa jest genetycznie uwarunkowana podatność na chorobę lokomocyjną ze względu na związek między genetycznym polimorfizmem

receptora alfa2 – adrenergicznego a zwiększeniem autonomicznej odpowiedzi na stres i chorobę lokomocyjną [49, 50].

Wspólny wzór wszystkich ruchów indukujący chorobę lokomocyjną jest powtarzalnym liniowo i kątowno przyspieszeniem głowy. Biorąc pod uwagę częstotliwość mierzoną w Hz, najwyższą, przy której wystąpiły zaburzenia błędnika (związane z chorobą morską), odnotowano na poziomie 0,2 Hz. Częstotliwość wzrasta wraz z poziomem przyspieszenia od wartości progowej $0,1 \text{ m} \times \text{s}^{-2}$ [51].

Szacuje się, że ok. 5-10% ludzi jest nadmiernie podatnych na wystąpienie choroby lokomocyjnej, natomiast reszta wykazuje tylko umiarkowaną podatność, która różni się w zależności od wieku [46]. Niemowlęta i dzieci do 2 roku życia wykazują odporność na chorobę lokomocyjną, natomiast podatność na jej objawy jest najwyższa między 2. a 12. rokiem życia. Osoby powyżej 50. roku życia bardzo rzadko wykazują jakiegokolwiek objawy.

Okazuje się, że rasa również wpływa na podatność i natężenie objawów choroby lokomocyjnej. Rasa żółta wykazuje większą podatność niż rasa kaukaska [52].

Jak już wcześniej wspomniano, również płeć w tym przypadku ma znaczenie. Kobiety są bardziej podatne na objawy [53], szczególnie podczas menstruacji [54,55]. Stwierdzono korelację pomiędzy żeńskim układem endokrynnym a chorobą lokomocyjną [56]. Cheung i wsp. twierdzą natomiast, że nie można udowodnić, w jaki sposób różnice poszczególnych faz cyklu menstruacyjnego wpływają na subiektywne objawy choroby [57].

Wykazano, że 45% pacjentów z chorobą lokomocyjną odnosi korzyści z placebo, co oznacza istotny wpływ czynników psychologicznych na wystąpienie objawów choroby [58].

CHOROBA PSEUDOLOKOMOCYJNA (PSEUDOKINETOZY)

Jak już wcześniej wspomniano, choroba lokomocyjna ujawnić się może w przypadku ruchu odbieranego za pomocą narządu wzroku przy jednoczesnym braku

sygnału z układu przedsionkowego. Ten rodzaj zaburzenia – odbieranie bodźców o ruchu z pola wzrokowego przy jednoczesnym braku ruchu ciała – może mieć miejsce podczas projekcji kinowej lub teatralnej i określane jest jako „*Cinema Sickness*” - czyli „choroba kinowa”, w symulatorach jako choroba symulatorowa, a w trakcie kontekście gier komputerowych, określana jest jako „*Game Sickness*”, czyli „choroba gry” [59-61]. Wszystkie wyżej wymienione rodzaje zaburzeń określane są jako „pseudokinetozы” lub choroba pseudolokomocyjna [62].

Ciekawym przykładem jest wystąpienie objawów przy wspomnianej wcześniej projekcji filmowej. Ciało będące w spoczynku nie wysyła sygnałów przedsionkowych, natomiast narząd wzroku może odbierać sygnały o ruchu i zmianie położenia, dlatego osoby oglądające film, w którym samochód poruszał się na tle wysokiego krajobrazu górskiego, wykazywały objawy choroby. Przypadek tego zaburzenia pierwszy raz opisany został w 1894 roku, gdy wykonano doświadczenie z huśtawką zamontowaną w pełni umeblowanym pomieszczeniu. Osoba usiadła na huśtawce, jednak w rzeczywistości to nie huśtawka została wprowadzona w ruch, tylko pomieszczenie poruszało się względem huśtawki i badanego. Po kilku minutach osoba odczuwała zawroty głowy oraz nudności [63].

CHOROBA SYMULATOROWA

Choroba symulatorowa (*simulator sickness*) stanowi rodzaj choroby lokomocyjnej [64] i mierzalna jest pod kątem reakcji fizjologicznych [65]. Choroba symulatorowa występuje, gdy odbierane bodźce dotyczące ruchu w przestrzeni odbiegają od wcześniejszych odczuć osoby badanej [66,67]. Oznacza to, że badany wykonujący daną czynność w obrębie symulatora lub tylko biorący udział w symulacji bez wykonywania jakichkolwiek czynności odbiera zmysły w sposób odrębny niż w znanej mu wcześniej realnej sytuacji. Podejrzewa się również, że u podstaw tej choroby leży teoria konfliktu sensorycznego – *Sensory Conflict Theory (neural mismatch model)* [68,69]. Została ona bardziej rozwinięta przez Osmana w 1990 roku, a za przyczynę wystąpienia uważa się tzw. sensoryczne przegrupowanie (*Sensory Rearrangement*), którego bazą jest konflikt między

sygnałami z narządu przedsionkowego, receptorów ruchowych i narządu wzroku a spodziewanymi bodźcami z ośrodkowego układu nerwowego w oparciu o wcześniejsze podobne lub takie same doświadczenia [45]. Ważnym elementem tej teorii jest obecność tzw. komparatora, który jest swego rodzaju „porównywaczem” odczuwanych bodźców ze spodziewanymi reakcjami. Podczas rozpoznania konfliktu, komparator wysyła sygnał niedopasowania (*mismatch signal*) do Ośrodkowego Układu Nerwowego – OUN, by ten mógł skorygować ruch i pozycję ciała. Gdy czas trwania sygnału i natężenie zwiększą się częstotliwość, może to doprowadzić do choroby symulatorowej. W tym przypadku przyczyną będzie kumulacja konfliktu sensorycznego [70] lub osłabienie sygnałów prowadzące do aklimatyzacji z nową sytuacją, przez co niezgodność zostaje stłumiona. Kolejnym wytłumaczeniem podłoża choroby symulatorowej może być tzw. Teoria Konfliktu Subiektywnego Pionu – *Subjective Vertical Conflict Theory*. Dotyczy ona pionu grawitacyjnego, którego odczuwanie jest w konflikcie z subiektywnym odczuciem pionu. Droga sygnału docierającego do OUN jest taka sama jak w opisie Teorii Konfliktu Sensorycznego [71]. Wystąpienie choroby symulatorowej tłumaczyć może również Teoria Niestabilności Posturalnej – *Postural Instability Theory* – związana z ograniczeniem lub całkowitym brakiem możliwości ruchów ciała, co może być wynikiem charakteru symulacji, w której sam badany pozostaje bierny, natomiast oddziałuje na niego ekspozycja [72]. Im większa bierność ruchu badanego, tym większa niestabilność posturalna, a co za tym idzie większe ryzyko choroby symulatorowej [73]. Literatura podaje również teorię ruchu gałek ocznych jako przyczynę wywołującą objawy [74] oraz wpływ autonomicznego układu nerwowego [75]. Symptomami choroba symulatorowa zbliżona jest do choroby lokomocyjnej i można ją zbadać mierząc objawy fizjologiczne. Pobudzenie części współczulnej układu nerwowego przyczynia się do wystąpienia objawów [75] – uczestnik symulacji odczuwa dezorientację, zaburzenia okulomotoryczne oraz mdłości [76]. Nasilenie objawów może być również wynikiem przewentylowania (hiperwentylacji), czego efektem będzie zaburzenie regulacji oddechowej – zwiększone stężenie tlenu, natomiast zmniejszone stężenie dwutlenku węgla [77]. W ocenie choroby symulatorowej bierze się pod uwagę również wynik ogólny

wszystkich odczuć. Pierwszy raz chorobę symulatorową zdiagnozowano podczas ekspozycji na symulatorze lotniczym – pierwsze dziesięciolecie XX wieku [10].

W badaniach nad występowaniem choroby symulatorowej bierze się głównie pod uwagę bodźce wzrokowe a w przypadku symulatorów generujących ruch w różnych płaszczyznach, rodzaj platformy użytej do symulacji. Badania pokazują, że nasilenie choroby może mieć związek ze zmianą wrażeń wizualnych [78]. Wykazano, że rodzaj użytego symulatora wpływa na występowanie określonych objawów. Wśród uczestników będących w symulatorze lotu samolotem i śmigłowcem, częściej występowały zaburzenia okulomotoryczne, a po symulacji jazdy samochodem częściej uczestnicy wykazywali ogólną dezorientację [79]. Czas ekspozycji [69] oraz rodzaj użytej platformy (statyczna, dynamiczna) również wpływają na nasilenie wybranych symptomów choroby symulatorowej.

Choroba symulatorowa może również wystąpić w grupie biernych obserwatorów, niebiorących udziału w symulacji.

W celu pogrupowania symptomów choroby symulatorowej skonstruowano w 1993 roku kwestionariusz *Simulator Sickness Questionnaire* (SSQ) do badania choroby symulatorowej [80].

1.6. Profilaktyka dysfunkcji błędnika

a) Zmiana czynników behawioralnych

Jakiegokolwiek zaburzenie w odbiorze bodźców powodujące niezgodność informacji z narządów wzroku i równowagi wywołuje nudności i wymioty [43]. Najlepszą formą leczenia zaburzeń błędnika wynikających z choroby lokomocyjnej lub innego rodzaju pseudokinetoz, takich jak np. choroba symulatorowa, jest unikanie bodźca/bodźców generujących objawy. Jeśli nie ma możliwości unikania ekspozycji na bodziec, można wykształcić mechanizm adaptacyjny wobec bodźca, zastosować farmakoterapię lub zmienić dotychczasowe zachowanie względem ruchu lub symulacji - czyli podjąć działania prewencyjne.

Jednym z zalecanych zachowań podczas jazdy samochodem jest skupione utrzymanie wzroku ku przodowi w stronę kierunku jazdy (tak jak robi to kierowca, koncentrując się na odcinku drogi przed samochodem) i unikanie spojrzeń do tyłu lub w kierunku bocznym względem ruchu pojazdu [81]. W przypadku podróży morskiej zalecane jest spoglądanie maksymalnie do przodu aż do linii horyzontu, a podczas lotu samolotem i podróży koleją, zajęcie miejsca przy oknie, by umożliwić widoczność kierunku ruchu.

Sen również pozytywnie wpływa na objawy choroby lokomocyjnej. Podczas snu następuje naturalna redukcja pobudliwości układu przedsionkowego, co minimalizuje wystąpienie konfliktu sensorycznego [80]. Sanga i wsp. podczas swoich badań zaobserwowali, iż kontrola oddechu i słuchanie muzyki zapewniają znaczącą ochronę przed objawami choroby [82].

Do naturalnych metod radzenia sobie z przykrymi objawami zaburzeń błędnika należą również praktyki medycyny Dalekiego Wschodu, a konkretnie medycyny chińskiej. Akupunktura w punkcie P6 (Neiguan) praktykowana była przez wiele lat w Chinach celem leczenia nudności i wymiotów, a uciskanie (akupresura) w tym punkcie skutecznie łagodziła nudności u ciężarnych, oraz nudności i wymioty w okresie pooperacyjnym [83-86].

W odniesieniu do zaburzeń błędnika związanych z konfliktem sensorycznym, literatura podaje zróżnicowane wyniki przy próbie zmniejszenia objawów [87-92]. Stern i wsp. opisują zmniejszenie dolegliwości u osób noszących opaski uciskowe w obrębie nadgarstka lub przedramienia [93], natomiast Miller i Muth nie stwierdzili znaczącego wpływu opasek uciskowych w porównaniu z placebo [94]. Autorzy podają również przykład efektywnego działania koreańskiej akupresury poprzez ucisk na punkt K – K9, co zmniejszyło nudności pacjenta z chorobą lokomocyjną transportowanego karetką [95].

Nie jest zalecane spożywanie alkoholu celem eliminacji objawów [43]. Palenie tytoniu ma negatywny wpływ na objawy. Zwiększając ich nasilenie, jednak zauważono, że tolerancja wobec choroby lokomocyjnej wykształciła się wśród badanych w okresach abstynencji od palenia [96].

b) Adaptacja do bodźca

Powtarzalność ekspozycji na bodziec/bodźce generujące zaburzenia błędnika może powodować osłabienie reakcji organizmu na jego wpływ. Adaptacja stanowi jeden z najskuteczniejszych sposobów terapii zaburzeń błędnika wywołanych ruchem. Definicją adaptacji, jest: zmniejszenie odpowiedzi poprzez ciągłą stymulację układu receptorowego. Habitucja to z kolei zmniejszenie aktywności neuronalnej przez powtarzalność [43].

Zdolność adaptacyjna u osób przebywających na otwartym morzu wśród większości wykształca się po kilku dniach [97], natomiast po zejściu ze statku w czasie dłuższym niż 3 miesiące zdolności adaptacyjne zanikają, a tym samym zwiększa się natężenie przykrych objawów [98].

Reason zaproponował podział adaptacji na adaptację sensoryczną i adaptację ochronną. Pierwsza dotyczy zmniejszającej się odpowiedzi po ciągłej stymulacji układu receptorowego, a druga stanowi przystosowanie się do niezgodności sensorycznej [99].

Poziom adaptacji jest wysoce specyficzny do określonych warunków bodźca, w których został nabyty. Marynarze pływający na dużych statkach mogą odczuwać objawy choroby morskiej po przejściu do małych łódek [100], a doświadczeni piloci latający helikopterami mogą z kolei odczuwać objawy choroby po udziale w symulacjach z wykorzystaniem symulatora helikoptera [46] – jest to przykład choroby symulatorowej. Ekspozycja na bodziec charakteryzująca się stopniowym początkiem, generowała mniej symptomów i pozwalała na szybszą adaptację niż działanie bodźca o nagłym, gwałtownym początku [101].

Podczas eksperymentu przeprowadzonego na morzu Helling i Westhofen zauważyli, że u zawodowego żeglarza na początku podróży podczas jednostajnego przyspieszenia, oczopląs wystąpił w znacznie mniejszym stopniu niż w grupie amatorów - wolontariuszy niebędących żeglarzami [102]. Powyższe badania sugerują, że mogło dojść do „stłumienia” przedsionka u zaadaptowanych żeglarzy.

Szacuje się, że około 5% ludzi z objawami choroby lokomocyjnej nie posiada zdolności adaptacyjnych wobec bodźca/bodźców ją wywołujących. Ciekawym spostrzeżeniem jest również to, że aktywne ruchy ciała sprzyjają adaptacji rzadziej niż

bierne, indukowane eksperymentalnie, np. za pomocą urządzeń optycznych [103]. Efekt adaptacyjny tłumaczony może być teorią konfliktu sensorycznego.

Po długim czasie spędzonym na morzu lub w powietrzu (astronauci) mogą wystąpić objawy ze strony błędnika, gdy osoba przebywa już na lądzie. Fenomen ten określany jest jako pseudohalucynacja z pamięci przedsionkowej [104] lub choroba lądowa [99, 105]. Objawy znikają po kilku godzinach, a czasem nawet tygodniach [106, 107].

c) Leczenie farmakologiczne

Obecne leczenie oparte jest na redukcji „sprzecznych informacji” (teoria konfliktu sensorycznego), przyspieszeniu procesu adaptacyjnego celem wykształcenia „historii ekspozycji” oraz usuwaniu objawów wegetatywnych.

Pierwsze zastosowanie leków celem leczenia zaburzeń błędnika zostało opisane w 1869 roku w czasopiśmie „Lancet” i obejmowało podaż mikstury chloroformu oraz nalewki z belladonny, które łagodziły przykre objawy. Zakłada się, że leki przeciwko chorobie lokomocyjnej wpływają na równowagę między układem cholinergicznym a adrenergicznym [108]. Ponieważ stymulacja przedsionka jest konieczna do wystąpienia symptomów, leki, które mają centralny lub obwodowy efekt hamujący na przedsionek, mogą być efektywne w działaniu profilaktycznym, jak i aktywnym leczeniu [109].

Przed podjęciem odpowiedniej interwencji farmakologicznej każdego pacjenta z chorobą lokomocyjną, lądową, morską lub symulatorową należy traktować indywidualnie, dobierając sposób leczenia odpowiednio do ilości i natężenia objawów. Istotne, czy osobą z objawami podczas podróży jest pasażer czy członek załogi. Popularne leki przeciw zaburzeniom błędnika często upośledzają czynności psychomotoryczne, powodują również senność i uczucie znużenia, co niekorzystnie może wpłynąć na zachowanie czujności. Przykładem może być załoga statku, pracująca w skupieniu podczas wykonywania czynności nawigacyjnych [110].

Postępowanie terapeutyczne będzie inne, jeśli celem jest zapobieganie chorobie lokomocyjnej, a inne, kiedy celem jest jej aktywne leczenie, gdy objawy już się pojawiły [109]. Leki skuteczne są w leczeniu oraz prewencji objawów kinetoz [111].

Rola środków antycholinergicznym w leczeniu kinetoz jest jedną z najbardziej efektywnych form terapii. Przypuszcza się, że są inhibitorami na drodze z wejścia przedsionka do jąder przedsionkowych i prawdopodobnie działają również bezpośrednio na ośrodek wymiotny [112]. Antagoniści skopolaminy i acetylocholinę są najbardziej skuteczni. W ostatnich dziesięcioleciach opracowano podawaną przezskórnie skopolaminę

w celu zapewnienia skutecznej profilaktyki i stałego poziomu w surowicy przez dłuższy czas – nawet do 72 godzin [113,114]. Aby zapewnić dobrą i szybką przepuszczalność dla leku miejscem umieszczenia plastra powinna być skóra za uchem [101]. Efekt profilaktyczny uzyskiwany jest przez 6-8 godzin od aplikacji plastra. Doustna podaż skopolaminy skutkuje utrzymaniem działania leku od 0,5 do 6 godzin. Nachum i wsp. rekomendują łączenie przezskórnej skopolaminy z podażą leku doustnie: 0,3-0,6 mg [115]. Kombinacja ta pozwala uzyskać w osoczu efekt terapeutyczny już po 30 minutach bez skutków ubocznych. Skopolamina w atomizerze donosowym przynosi efekt w czasie 30 minut od zastosowania [116, 117].

Działanie leków antyhistaminowych w przebiegu zaburzeń błędnika opisane zostało po raz pierwszy w 1949 roku [118]. Kobiety w ciąży, będąc bardziej podatne na przykre objawy zaburzeń błędnika, po zażywaniu dimenhydrynatu wykształciły oporność na objawy choroby lokomocyjnej. Analiza 15 różnych prac obejmująca ponad 5 tysięcy pacjentów wykazała skuteczność terapii lekami antyhistaminowymi na poziomie 70% [119]. Najczęstszym skutkiem ubocznym była sedacja. Weinstein i Stern porównali dwa popularne antyhistaminowe leki – dimenhydraminę oraz cyklizynę. Obserwacje wykazały podobny efekt zapobiegawczy wystąpieniu objawów choroby lokomocyjnej [120]. Skuteczność dimenhydraminy może być związana z jej właściwościami uspokajającymi, a cyklizyna prawdopodobnie działa bardziej bezpośrednio na żołądek, przez co jest bardziej efektywna w zapobieganiu przykrych objawów ze strony układu pokarmowego.

Trójpierścieniowe leki przeciwdepresyjne również znajdują zastosowanie w leczeniu objawów zaburzeń błędnika, jednak ta droga leczenia wykazuje silniejszy efekt sedatywny niż leki przeciwhistaminowe. Przykładem jest fenotiazyna, której działanie oparte jest na antydopaminowym wpływie na ośrodek wymiotny [43].

Leki z grupy antagonistów dopaminy pomagają leczyć objawy kinetoz. Metoklopramid jako popularny lek przeciwwymiotny znajduje zastosowanie [121]. Niektóre badania pokazują większą efektywność metoklopramidu w porównaniu z difenhydraminą i placebo [122].

Okazuje się, że wśród osób cierpiących z powodu migreny u 50% z nich występuje choroba lokomocyjna [123]. Wpływ niedoboru tryptofanu na zaburzenia błędnika u pacjentów z migreną może wskazywać, że zmniejszona aktywność serotoniny w mózgu sprzyja zaburzeniom przedsionka (głównie wzrokowych) w przebiegu choroby lokomocyjnej i migreny [124]. Marus i Furman wykazali, że ryzatryptan zapobiegał rozwojowi choroby lokomocyjnej, a u cierpiących z powodu migreny zapobiegał również wystąpieniu zawrotów głowy [125].

Zastosowanie homeopatii w porównaniu z placebo nie wykazało efektów przy leczeniu choroby symulatorowej. W badaniach użyto wyciąg *cocculus* z rośliny Anamirta, która dziesiątki lat temu była używana przez żeglarzy celem leczenia choroby morskiej [126].

Jako naturalny środek leczniczy łagodzący objawy, takie jak nudności, wymioty – zarówno pooperacyjne, jak i u ciężarnych, często opisywany jest korzeń imbiru [127-130]. Przeprowadzona meta – analiza nie wykazała jednak jego skuteczności w leczeniu choroby lokomocyjnej [131].

2. METODOLOGIA BADAŃ WŁASNYCH

2.1. Cel główny

Celem głównym pracy była ocena zmiennych parametrów życiowych w wybranej populacji ochotników po udziale w symulacjach dachowania i zderzenia oraz zbadanie zależności między symulacjami a postawami względem bezpieczeństwa ruchu drogowego.

Komentarz do celu:

Najczęstszą przyczyną wypadków drogowych w Polsce jest nieprzestrzeganie zasad bezpieczeństwa przez kierowców, a symulacje zdarzeń drogowych mogą być istotnym narzędziem edukacji kierowców oraz kształtowania odpowiednich zachowań.

2.2. Cel dodatkowy

Celem dodatkowym pracy była ocena częstotliwości występowania i nasilenia objawów choroby symulatorowej wśród uczestników kontrolowanej symulacji dachowania i zderzenia bez wykorzystania wirtualnej rzeczywistości.

Komentarz do celu:

Występowanie skutków ubocznych po udziale w symulacjach jest częstą przypadłością wśród biorących w niej udział uczestników. Zbadanie zjawiska choroby symulatorowej pozwoli uzyskać informacje na temat wystąpienia i nasilenia symptomów tej choroby po symulacjach z wykorzystaniem ruchomych platform.

2.3. Hipotezy badawcze

Celem przeprowadzenia analizy badawczej, postawiono hipotezy główne oraz szczegółowe. Hipotezy zostały sformułowane w każdej z kategorii: 1. Parametry życiowe, 2. Zjawisko choroby symulatorowej, 3. Deklaratywna ocena postrzegania bezpieczeństwa.

1. PARAMETRY ŻYCIOWE

Zależność zmian badanych parametrów życiowych (ciśnienie tętnicze, tętno, saturacja) w odniesieniu do przeprowadzonej symulacji:

Hipotezy główne:

Hipoteza 1-H1

Udział w symulacji dachowania i symulacji zderzenia wpływa na chwilową zmianę wybranych parametrów życiowych.

Hipoteza 1-H0

Udział w symulacji dachowania i symulacji zderzenia nie wpływa na chwilową zmianę wybranych parametrów życiowych.

Hipotezy szczegółowe:

Hipoteza 1S-H1

Po symulacji dachowania dochodzi do zmian w parametrach życiowych związanych z układem krążenia (ciśnienie tętnicze, tętno).

Hipoteza 1S-H0

Po symulacji dachowania nie dochodzi do zmian w parametrach życiowych związanych z układem krążenia (ciśnienie, tętno).

Hipoteza 1S-H2

Po symulacji zderzenia dochodzi do zmian w parametrach życiowych związanych z układem krążenia (ciśnienie, tętno).

Hipoteza 1S-H0

Po symulacji zderzenia nie dochodzi do zmian w parametrach życiowych związanych z układem krążenia (ciśnienie, tętno).

Hipoteza 1S-H3

Po symulacji dachowania dochodzi do zmian w parametrach życiowych związanych z układem oddechowym (saturacja).

Hipoteza 1S-H0

Po symulacji dachowania nie dochodzi do zmian w parametrach życiowych związanych z układem oddechowym (saturacja).

Hipoteza 1S-H4

Po symulacji zderzenia dochodzi do zmian w parametrach życiowych związanych z układem oddechowym (saturacja).

Hipoteza 1S-H0

Po symulacji zderzenia nie dochodzi do zmian w parametrach życiowych związanych z układem oddechowym (saturacja).

2. ZJAWISKO CHOROBY SYMULATOROWEJ

Ocena wystąpienie zjawiska choroby symulatorowej po przeprowadzonej symulacji dachowania i symulacji zderzenia.

Hipoteza główna:

Hipoteza 2-H1

Zjawisko choroby symulatorowej wystąpi po symulacjach dachowania i zderzenia.

Hipoteza 2-H0

Zjawisko choroby symulatorowej nie wystąpi po obu symulacjach.

Hipotezy szczegółowe:

Hipoteza 2S-H1

Wystąpi związek między grupami symptomów choroby symulatorowej takimi jak: mdłości, zaburzenia okulomotoryczne, dezorientacja a symulacją dachowania.

Hipoteza 2S-H0

Nie wystąpi związek między grupami symptomów takimi jak: mdłości, zaburzenia okulomotoryczne, dezorientacja choroby symulatorowej a symulacją dachowania.

Hipoteza 2S-H2

Wystąpi związek między grupami symptomów takimi jak: mdłości, zaburzenia okulomotoryczne, dezorientacja choroby symulatorowej a symulacją zderzenia.

Hipoteza 2S-H0

Nie wystąpi związek między grupami symptomów takimi jak: mdłości, zaburzenia okulomotoryczne, dezorientacja choroby symulatorowej a symulacją dachowania.

3. DEKLARATYWNA OCENA POSTRZEGANIA BEZPIECZEŃSTWA

Związek symulacji dachowania i symulacji zderzenia ze zmianą postrzegania bezpieczeństwa ruchu drogowego:

Hipoteza główna:

Hipoteza 3-H1

Udział w symulacjach dachowania i zderzenia przyczyni się do chęci zmian zachowań w ruchu drogowym i postaw względem bezpieczeństwa ruchu drogowego.

Hipoteza 3-H0

Udział w symulacjach nie przyczyni się do chęci zmian zachowań w ruchu drogowym i postaw względem bezpieczeństwa ruchu drogowego.

Hipotezy szczegółowe:

Hipoteza 3S-H1

Wystąpi związek między rodzajem deklarowanej zmiany nawyków związanych z bezpieczeństwem (styl kierowania, bezpieczeństwo bierne, przestrzeganie przepisów, dbałość o kondycję psychofizyczną) a symulacją dachowania.

Hipoteza 3S-H0.

Nie wystąpi związek między rodzajem deklarowanej zmiany nawyków związanych z bezpieczeństwem (styl kierowania, bezpieczeństwo bierne, przestrzeganie przepisów, dbałość o kondycję psychofizyczną) a symulacją dachowania.

Hipoteza 3S-H2

Wystąpi związek między rodzajem deklarowanej zmiany nawyków związanych z bezpieczeństwem a symulacją zderzenia.

Hipoteza 3S-H0.

Nie wystąpi związek między rodzajem deklarowanej zmiany nawyków związanych z bezpieczeństwem a symulacją zderzenia.

2.4. Miejsce prowadzenia badań

Badania prowadzone były w Interaktywnym Centrum Bezpieczeństwa Skoda Auto Lab w Poznaniu. Centrum oferuje interaktywne symulacje, do których należą między innymi przeciążeniowe symulatory dachowania i zderzenia, wykorzystane do prowadzonych badań. Interaktywne Centrum Bezpieczeństwa jest częścią Ośrodka Doskonalenia Techniki Jazdy, gdzie osoby posiadające prawo jazdy mogą pod kontrolą doświadczonych certyfikowanych trenerów doskonalić swoje umiejętności na specjalnie stworzonym i przygotowanym torze jazdy.

2.5. Grupa badana

Uczestnikami badań z wykorzystaniem symulatorów były osoby dorosłe, posiadające prawo jazdy i korzystające z usług szkoleniowych poza obszarem zawodowym a także zawodowi kierowcy, biorący udział w weekendowych kursach doskonalących technikę jazdy przy Interaktywnym Centrum Bezpieczeństwa (kryteria włączenia). Grupa badana została wyłoniona na przestrzeni 2 lat (2018-2020) spośród 286 uczestników biorących udział w szkoleniach doskonalenia techniki jazdy, po odrzuceniu osób mających przeciwwskazania zdrowotne do udziału w symulacjach (kryterium wykluczenia). Z grupy 286 mężczyzn 74 uczestników wykazywała przeciwwskazania zdrowotne wykluczające udział w badaniu, 9 uczestników nie wyraziło zgody na udział w symulacjach. Kryteria uczestnictwa w badaniu spełniło 203 uczestników, a ostatecznie zakwalifikowano 200 badanych. Najmłodszy zakwalifikowany uczestnik miał 40 lat a najstarszy 59 lat. Przeciwwskazaniami zdrowotnymi wykluczającymi udział w symulacjach były: przebyte zabiegi chirurgiczne, ogólnie zła kondycja zdrowotna, problemy kardiologiczne, uszkodzenie kręgow szyjnych, głowy, szyi, klatki piersiowej, kręgosłupa, krążków międzykręgowych, kończyn, protezy, nadciśnienie tętnicze, choroba lokomocyjna. Wykluczeniem z udziału w symulacjach były również wzrost i masa ciała uczestnika: osoby poniżej 150 cm i wążące mniej niż 40 kg oraz więcej niż 120 kg. Ograniczenia wzrostu i masy ciała poniżej wspomnianych wartości, związane były z ryzykiem wysunięcia się uczestnika podczas symulacji, natomiast masa ciała powyżej 120 kg powodowała wykluczenie uczestnika z badania ze względu na zbyt duże przeciążenia symulatora. Niewypełnienie deklaracji pozbawiało możliwości udziału w symulacjach. Uczestnik w deklaracji informowany był o ryzyku związanym z udziałem w badaniu. Deklarował również, że nie znajduje się pod wpływem alkoholu lub innych środków działających podobnie.

Ze względu na przeciążenia związane z udziałem w symulacjach oraz wcześniejszym aktywnym udziale w kontrolowanych manewrach samochodem osobowym w ramach kursu doskonalenia techniki jazdy, każdy uczestnik mógł 1 raz być poddany na ekspozycję symulacji. Ostatecznie, grupę badaną 200 uczestników podzielono na 2 równe

podgrupy: symulacja dachowania – 100 badanych, symulacja zderzenia – 100 badanych. Udział w badaniach był dobrowolny.

Szczegółowa opis jakościowy (dane socjodemograficzne) uczestników badań, zawarty został w rozdziale Wyniki.

2.6. Narzędzia badawcze

Symulator dachowania stanowił samochód osobowy Škoda Superb w wersji kombi przytwierdzony do ruchomej platformy wykonującej ruchy obrotowe dookoła własnej osi. Platforma o długości 6,50 m i szerokości 2,00 m utrzymywała pusty samochód (bez uczestników) o masie 2500 kg. Wysokość od podłoża w pozycji horyzontalnej wynosi 2,20 m. Mechanizm startowy, obsługiwany przez osobę do tego przeszkoloną, jest uruchamiany wyłącznie, gdy są zamknięte wszystkie drzwi samochodu oraz zapięte wszystkie pasy bezpieczeństwa, nawet jeśli w symulacji bierze udział 1 uczestnik. W trakcie trwania symulacji w samochodzie obecne są lekkie plastikowe kule o średnicy zbliżonej do piłki tenisowej wyobrażające ruch niezabezpieczonych przedmiotów.



Fotografia 1. Symulator dachowania (fotografia własna)

Symulator zderzenia czołowego, z którego uczestnicy również korzystali, skonstruowany został na pochyłej platformie o długości zjazdowej 3,80 metra, do której przytwierdzono fotel samochodu osobowego. Badany, siadając w fotelu, musiał zapiąć pasy bezpieczeństwa, w taki sam sposób jak przed jazdą samochodem. Czujniki

bezpieczeństwa zapobiegały uruchomieniu symulacji, gdy pasy nie były zapięte. Badany informowany był o przebiegu symulacji.



Fotografia 2. Symulator zderzenia (fotografia własna)

Analiza parametrów życiowych wśród uczestników symulacji opierała się między innymi o pomiary z wykorzystaniem pulsoksymetru. Do oceny poziomu saturacji i tętna wykorzystano pulsoksymetr napalcowy marki Contec Medical Systems Co., Ltd. Model: CMS50D. Urządzenie certyfikowane jest przez FDA (*U.S. Food and Drug Administration*) oraz CE (*Conformité Européenne*), co oznacza, że spełnia wszystkie wymagane dyrektywy Unii Europejskiej.

Ciśnienie tętnicze mierzone było przy użyciu ciśnieniomierza zegarowego marki Oromed. Parametry życiowe mierzone były 1 minutę przed symulacją oraz 1 minutę po symulacji. W badaniu wykorzystano także kwestionariusz SSQ autorstwa R. S. Kennedy'ego i wsp. przeznaczony do badania zjawiska choroby symulatorowej. Kwestionariusz powstał w 1993 r., w którym to również po raz pierwszy zostało przeprowadzone badanie z jego użyciem na 1119 zarejestrowanych zapisów na symulatorach z wykorzystaniem analizy pre-test post-test [80]. Wzorem dla utworzenia kwestionariusza SSQ był kwestionariusz choroby lokomocyjnej MSQ (*Pensacola Motion Sickness Questionnaire*) składający się z 27 pytań celem określenia częstości występowania i stopnia nasilenia choroby lokomocyjnej [65], jednak MSQ zawierał opis symptomów występujących rzadko lub takich, które nie wykazywały zmiany w stopniu nasilenia przed i po symulacji, dlatego też wyniknęła potrzeba stworzenia kwestionariusza typowego do oceny symptomów uczestnika biorącego udział w symulacjach. Przekładu SSQ na język polski podjął się Marcin Biernacki w 2016 roku. Tłumaczeniem zajęło się 3 niezależnych tłumaczy, którzy ustalili wspólną wersję tłumaczenia SSQ. Polska wersja kwestionariusza nie stanowi własnego opracowania, lecz jest tłumaczeniem oryginalnej wersji autorstwa R. S. Kennedy'ego i wsp. Kwestionariusz jest dostępny w koncepcji Open Acces i składa się z 3 części. Jest on podstawowym narzędziem do subiektywnej oceny zjawiska choroby symulatorowej. Wielobjawowość kwestionariusza daje możliwość szczegółowej oceny zjawiska. Spośród 3 głównych grup objawów, szczegółowymi symptomami są m.in.: senność, zmęczenie, uczucie ogólnego dyskomfortu, ból głowy, nadmierna potliwość, uczucie zwiększenia lub zmniejszenia wydzielania śliny, uczucie zaburzenia równowagi,

problemy żołądkowe, nudności, wymioty, zaburzenia wzroku w postaci nieostrego widzenia oraz inne [64].

W części I kwestionariusza zawarto informacje wstępne przed przystąpieniem do badania, natomiast właściwą część stanowiły arkusze 27 symptomów (pre – test).

Odczucia uczestnika jako subiektywne ukazuje 4 – stopniowa skala oceny każdego symptomu wraz z ich odpowiednikami liczbowymi (skala Likert): wcale – 0, niewielki – 1, umiarkowany – 2, znaczący – 3.

Post – test z taką samą ilością pytań jak pre – test uczestnik wypełnia po wykonanej symulacji (pytania są tej samej treści jak w pre – teście).

Rezultat SSQ obejmuje wynik ogólny (WO), na który składa się:

M – mdłości określały poszczególne symptomy: ogólny dyskomfort, nadmierne wydzielane śliny, potliwość, nudności, trudności z koncentracją i dolegliwości żołądkowe, uczucie odbijania.

O – zaburzenia okulomotoryczne: ogólny dyskomfort, zmęczenie, ból głowy, przemęczenie oczu, trudności ze skupieniem się, trudności z koncentracją, zamglony wzrok.

D – dezorientację: trudności ze skupieniem się, nudności, ociążałość myślenia, zamglony wzrok, uczucie falowania przy otwartych i zamkniętych oczach, zawroty głowy.

WO, czyli wynik ogólny, obliczany jest przez dodanie wartości surowych poszczególnych symptomów, a ich sumę mnoży się przez wartości liczbowe (wagi), które są przypisane do grup objawów:

$$M - 9,54 \mid O - 7,5 \mid D - 13,92 \mid WO - 3,74$$

Kolejnym narzędziem badawczym był autorski kwestionariusz składający się z 2 części. I część uczestnik wypełniał przed symulacją. Zawierała ona pytania ogólne, dotyczące wieku, płci, kategorii posiadanego prawa jazdy, stażu „za kierownicą”, liczby kilometrów przejechanych w ostatnim roku. II część zawierała pytania dotyczące deklaracji osób badanych w kontekście wpływu symulacji dachowania i zderzenia na

zmianę zachowań i postaw względem ruchu drogowego i bezpieczeństwa ruchu drogowego.

2.7. Przebieg symulacji i badania

SYMULACJA DACHOWANIA

W badaniu jednocześnie mogło brać udział 4 uczestników – 2 na przednich fotelach (kierowca i pasażer) oraz 2 na tylnych fotelach samochodu. Możliwość wyboru miejsca jest dobrowolna. Uczestnicy przed wejściem do pojazdu proszeni są o pozostawienie w pojemnikach przed symulatorem wszystkich rzeczy mogących przemieszczać się w pojeździe podczas symulacji. Po wejściu do pojazdu uczestnicy musieli zapiąć pasy bezpieczeństwa, w przeciwnym razie czujniki bezpieczeństwa zablokują możliwość obsługi symulatora. Po uruchomieniu symulatora nastąpiły obroty pojazdu wokół własnej osi za pomocą mechanizmów hydraulicznych. W trakcie trwania 2 minutowej symulacji jednym z jej elementów było chwilowe zatrzymanie pojazdu podwoziem skierowanym ku górze. Miało to na celu ukazanie sytuacji, gdy podczas wypadku komunikacyjnego pojazd po dachowaniu zatrzymuje się, przewrócony na dach. Możliwość zatrzymania symulatora istnieje w każdym momencie (w przypadku nagłego odczucia dolegliwości ze strony uczestnika). Znakiem tego jest ułożenie kończyn górnych na kształt „X” nad głową.

SYMULACJA ZDERZENIA

Symulacja zderzenia polegała na uruchomieniu mechanizmu zjazdowego z pochyłej platformy dwukrotnie z gwałtownym jej zatrzymaniem. Pierwszą prędkością było 5 km/h, o drugiej prędkości uczestnik nie był informowany (wiedział tylko, że jest ona wyższa). Druga prędkość zjazdu musiała być oszacowana przez osobę biorącą udział w badaniu na podstawie odczuć wynikających z pierwszego zjazdu i gwałtownym zatrzymaniu platformy. Symulacja miała uświadomić, jak ważna jest rola pasów bezpieczeństwa podczas zderzenia pojazdu, dlatego też gwałtowne zatrzymanie fotela wraz z uczestnikiem symulowało szarpnięcie podczas zderzenia. Druga prędkość zjazdowa była o 1 km/h większa – 6km/h. Warto zaznaczyć, że jest to symulacja zderzenia czołowego z nieodkształcalną przeszkodą. Ciekawą zaletą symulatorów zderzeń jest możliwość ich

przemieszczania ze względu na prostotę instalacji (fotel + platforma pochyła), dlatego jest wykorzystywana przez ośrodki transportu drogowego, firmy motoryzacyjne, policję (np. na festynach poświęconych zagadnieniom bezpieczeństwa ruchu drogowego).

PRZYGOTOWANIE DO SYMULACJI DACHOWANIA

I ZDERZENIA

Poinformowanie uczestnika o ryzyku wynikającym z udziału w symulacji

Uczestnik wypełnia wewnętrzną deklarację Centrum Bezpieczeństwa (świadoma zgoda)

Uczestnik wypełnia kwestionariusz SSQ:
-Część wstępna

Przygotowanie do symulacji:
-usunięcie luźnych przedmiotów z kieszeni

Pomiar parametrów życiowych
(1 minutę przed symulacją)

SYMULACJA DACHOWANIA

Operator symulatora naciska przycisk START

Symulator wykonuje ruchy obrotowe pojazdu w płaszczyźnie strzałkowej zgodnie z ruchem wskazówek zegara (20 s)

Zatrzymanie pojazdu podwoziem ku górze (10s)

Symulator wykonuje ruchy obrotowe pojazdu w płaszczyźnie strzałkowej odwrotnie do ruchu wskazówek zegara (20 s)

Zatrzymanie pojazdu

Odpięcie pasów

KONIEC SYMULACJI

Pomiar parametrów życiowych
(1 minutę po symulacji)

Uczestnik wypełnia kwestionariusz SSQ:
- Post-test
- Kwestionariusz własny

SYMULACJA ZDERZENIA

Operator symulatora naciska przycisk START

Symulator wykonuje ruch zjazdowy na pochyłej platformie

Następuje gwałtowne zatrzymanie fotela z uczestnikiem.

Fotel wraz z uczestnikiem ponownie wykonuje ruch zjazdowy

Następuje gwałtowne zatrzymanie fotela z uczestnikiem.

Odpięcie pasów

KONIEC SYMULACJI

Pomiar parametrów życiowych
(1 minutę po symulacji)

Uczestnik wypełnia kwestionariusz SSQ:
- Post-test
- Kwestionariusz własny

3. ANALIZA STATYSTYCZNA

Analizę statystyczną przeprowadzono za pomocą programu Statistica 13 firmy TIBCO. Istotność statystyczną uznano, gdy $p < \alpha$, a poziomem istotności statystycznej było $\alpha = 0,05$. Test Shapiro – Wilka zastosowano celem sprawdzenia normalności rozkładu zmiennych, a test Levene'a celem sprawdzenia równości wariancji. Dla zbadania istotności statystycznej zmian parametrów życiowych i symptomów zjawiska choroby symulatorowej przed i po symulacji, przeprowadzono test Wilcoxona i test t Studenta dla prób powiązanych. W analizie statystycznej wykorzystano również współczynnik korelacji rang Spearmana (współczynnik R_s Spearmana) do zbadania zależności między zmiennymi ciągłymi. W celu porównania parametrów życiowych i symptomów zjawiska choroby symulatorowej pomiędzy symulacją dachowania a symulacją zderzenia, wykonano test Manna Whitneya i test Cohrana – Coxa. Celem oceny wpływu symulacji na deklaratywną zmianę nawyków bezpieczeństwa oraz zachowań w ruchu drogowym, wykorzystano test Fishera – Freemana – Haltona.

4. WYNIKI I OMÓWIENIE

Przedstawione w prezentowanej pracy wyniki uzyskano w grupie 200 ochotników spełniających kryteria przystąpienia do symulacji dachowania i symulacji zderzenia. Wyniki przeprowadzonych badań wśród uczestników obu symulacji wykazały zmiany parametrów życiowych i symptomów choroby symulatorowej. Wartości ciśnienia tętniczego skurczowego, rozkurczowego, tętna oraz poziomu saturacji u większości badanych uległy zmianie po obu symulacjach. W ocenie parametrów życiowych brano pod uwagę niepewność pomiaru. Wobec oceny ciśnienia tętniczego mierzonego metodą Korotkowa, niepewność pomiaru wynosi >3 mm Hg. [28], natomiast w odniesieniu do oceny saturacji i tętna mierzonych za pomocą pulsoksymetru, niepewność pomiaru dla wyniku saturacji krwi tętniczej wynosi: $\pm 2\%$, a wobec wartości tętna: ± 2 uderzeń/minutę [132]. Ze względu na niewspółmierną zmianę wartości skurczowej i rozkurczowej ciśnienia tętniczego wśród badanych, prezentowane wyniki ciśnienia ukazano osobno dla każdej składowej ciśnienia tętniczego.

4.1 Zmienne socjodemograficzne

Obie grupy badanych składały się z samych mężczyzn.

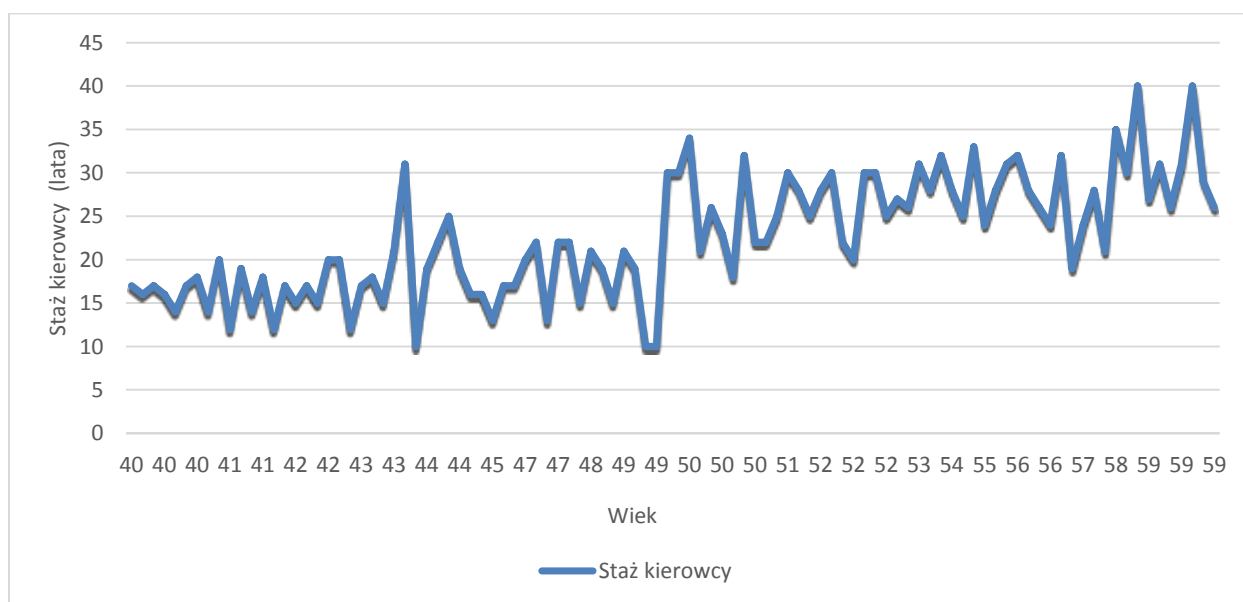
Do symulacji dachowania przystąpiło 100 uczestników spełniających kryteria zdrowotne warunkujące udział w badaniu. W tej grupie kierowców, kategorię B2 prawa jazdy uprawniającą do kierowania samochodami osobowymi, posiadało 93 uczestników. Kategorię C1 – jeden badany (kierowania pojazdami o dopuszczalnej masie całkowitej przekraczającej 3,5 t z wyjątkiem autobusu), natomiast kategorię D – 6 uczestników symulacji dachowania (uprawnienia do kierowania autobusem).

W symulacji zderzenia wzięło udział również 100 uczestników. Większość badanych posiadała prawo jazdy kategorii B (95 badanych). Posiadanie prawa jazdy kategorii C zadeklarowało 4 uczestników, natomiast kategorii D – jeden uczestnik.

Tabela 1. Kategorie prawa jazdy uczestników symulacji dachowania i symulacji zderzenia

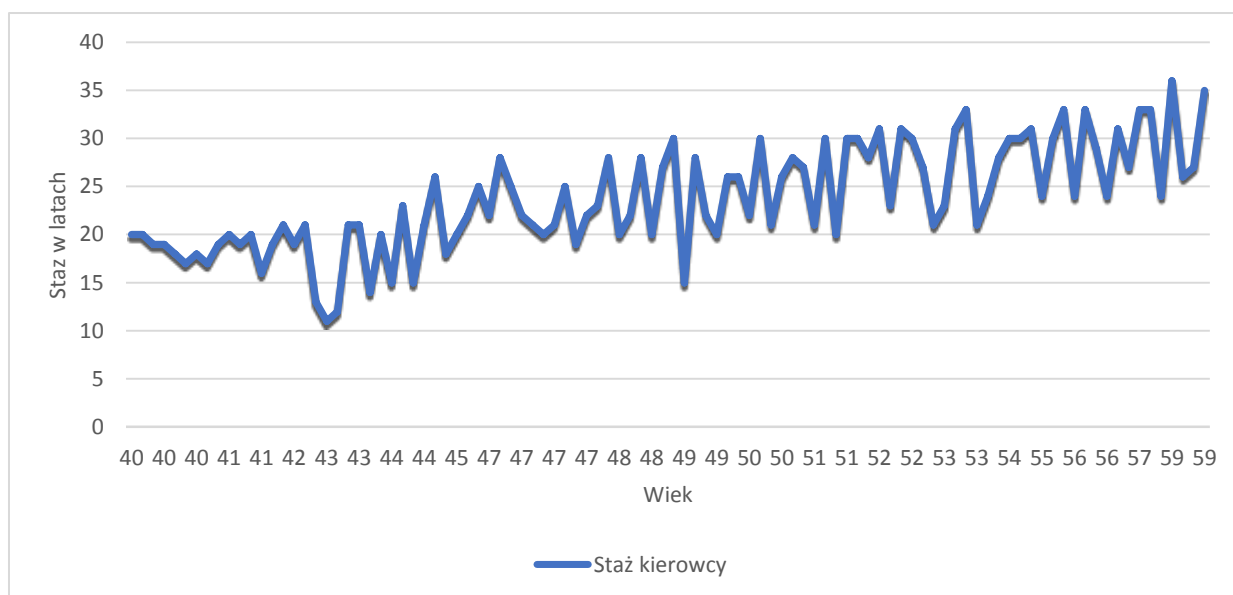
Kategoria prawa jazdy	Symulacja dachowania	Symulacja zderzenia
	<i>Liczba uczestników</i>	<i>Liczba uczestników</i>
B2	93	95
C	1	4
D	6	1

Wśród uczestników symulacji dachowania, najkrótszy staż jako kierowca wynosił 10 lat – było to 3 badanych (2 uczestników mających 49 lat i jeden uczestnik w wieku 44 lat), a najdłuższy staż wynosił 40 lat (59 letni uczestnik badania).



Rycina 1. Staż jako kierowca wśród uczestników symulacji dachowania

Najkrótszy staż posiadania prawa jazdy wśród uczestników symulacji zderzenia wynosił 11 lat (48 letni uczestnik), a najdłuższy – 36 lat (51 letni badany).



Rycina 2. Staż jako kierowca wśród uczestników symulacji zderzenia

W odniesieniu do wieku uczestników obu symulacji, nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic ($p=0,542$). Uzyskane wyniki analizy wszystkich badanych biorących udział w symulacji dachowania i zderzenia, przedstawia tabela nr 2:

Tabela 2. Analiza statystyczna wieku uczestników symulacji dachowania i symulacji zderzenia

Zmienna	Wiek badanych						p
	$\bar{x}$	SD	Me	Min.	Max.	Q ₁	Q ₃
Symulacja dachowania	49,07 ± 6,04		49,00	40,00	59,00	43,50	54,00
Symulacja zderzenia	48,55 ± 5,42		48,50	40,00	59,00	44,00	53,00

Legenda: $\bar{x}$ – średnia arytmetyczna, SD – odchylenie standardowe, Me – mediana, Min – minimum, Max. – maximum, Q₁ – dolny kwartył, Q₃ – górny kwartył, p – miara istotności statystycznej.

W odniesieniu do stażu kierowcy, również nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic w stażu za kierownicą ($p=0,183$). Wyniki uzyskanej analizy, zobrazowane są w tabeli nr 3:

Tabela 3. Analiza statystyczna stażu za kierownicą wśród uczestników symulacji dachowania i symulacji zderzenia

Zmienna	Staż jako kierowca						p
	$\bar{x}$	SD	Me	Min.	Max.	Q ₁	Q ₃
Symulacja dachowania	22,58 ± 6,82		22,00	10,00	40,00	17,00	28,00
Symulacja zderzenia	23,75 ± 5,47		23,00	11,00	36,00	20,00	28,00

0,183

Legenda: $\bar{x}$ – średnia arytmetyczna, SD – odchylenie standardowe, Me – mediana, Min.-minimum, Max. – maximum, Q₁ – dolny kwartył, Q₃ – górny kwartył, p – miara istotności statystycznej.

4.2 Symulacja dachowania

4.2.1 Parametry życiowe

Ocenie podlegały parametry życiowe mierzalne metodami nieinwazyjnym. Pod uwagę brano wynik pomiaru ciśnienia tętniczego skurczowego, rozkurczowego, tętna oraz saturacji krwi tętniczej.

Analiza statystyczna badanych parametrów życiowych, wykazała istotną statystycznie zmianę wartości wszystkich badanych parametrów: ciśnienia skurczowego ($p < 0,001$), ciśnienia rozkurczowego ($p = 0,009$), tętna ($p < 0,001$) oraz saturacji ($p < 0,001$).

Szczegółowy rozkład wyników umieszczono w tabeli nr 4:

Tabela 4. Wyniki analizy statystycznej parametrów życiowych (RR – ciśnienie, HR – tętno, SpO2 – saturacja) dla symulacji dachowania

Zmienna	Symulacja dachowania						p	
	$\bar{x}$	SD	Me	Min.	Max.	Q ₁		Q ₃
RR sk. pre	133,77 ± 12,49		138,00	104,00	162,00	127,00	141,50	<0,001
RR sk. post	139,63 ± 8,36		139,00	116,00	168,00	135,00	145,00	
RR rozk. pre	91,01 ± 7,55		92,50	68,00	110,00	86,00	7,55	0,009
RR rozk. post	93,48 ± 5,84		93,50	81,00	110,00	89,00	98,00	
HR pre	81,13 ± 10,53		80,50	56,00	114,00	73,50	89,00	<0,001
HR post	88,40 ± 13,48		89,00	52,00	142,00	83,50	96,00	
SpO2 pre	94,54 ± 1,90		94,54	92,00	99,00	93,00	1,90	<0,001
SpO2 post	97,25 ± 1,82		98,00	92,00	99,00	96,00	99,00	

Legenda: pre – przed , post – po, RR sk. – ciśnienie skurczowe, RR rozk. – ciśnienie rozkurczowe, HR – tętno, SpO2 – saturacja, $\bar{x}$ – średnia arytmetyczna, SD – odchylenie standardowe, Me – mediana, Min. – minimum, Max. – maximum, Q₁ – dolny kwartył, Q₃ – górny kwartył, p – miara istotności statystycznej.

CIŚNIENIE TĘTNICZE SKURCZOWE

Przed symulacją:

Najwyższa wartość skurczowego ciśnienia tętniczego zmierzona przed symulacją, wynosiła 162 mm Hg i obecna była u jednego uczestnika symulacji dachowania. Wartość najniższa wynosiła 104 mm Hg (jeden badany), a najczęściej występującą wartością było 138 mm Hg (27 badanych).

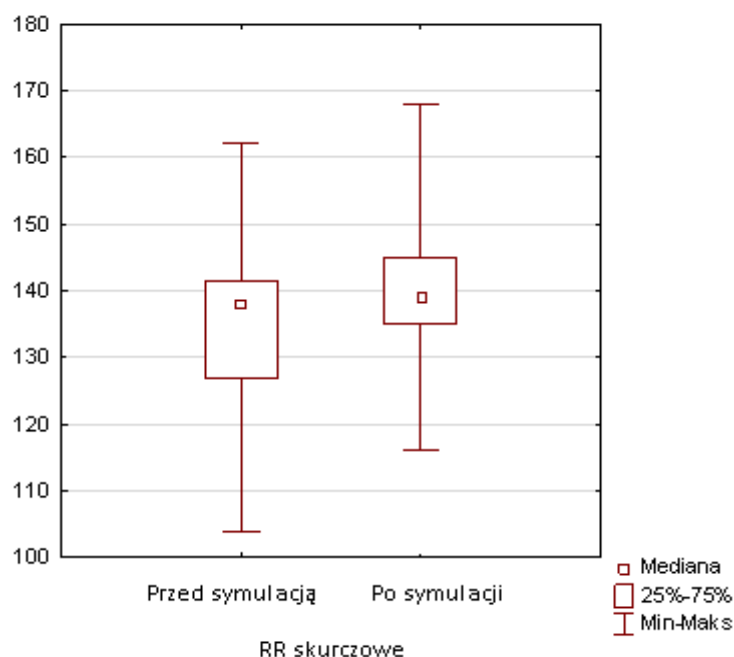
Po symulacji:

Pomiar ciśnienia tętniczego po wykonanej symulacji wykazał zwiększenie wartości najwyższej i najniższej w porównaniu z wynikiem przed badaniem. Najwyższą zmierzoną

wartością było 168 mm Hg (jeden badany), a najniższa wynosiła 116 mm Hg (2 uczestników symulacji dachowania). Najczęściej występującą wartością było 138 mm Hg – 10 badanych. Różnica między najwyższymi wartościami (przed i po symulacji) wynosiła 7 mm Hg, a najniższymi – 12 mm Hg. Obie zmiany miały charakter wzrostowy.

W grupie 100 mężczyzn (uczestników symulacji dachowania) wartość ciśnienia skurczowego po symulacji w różnym stopniu uległa wzrostowi wśród 68 badanych, natomiast wzrost powyżej normy zanotowano u 46 uczestników.

Graficzną prezentację zmian wartości ciśnienia skurczowego przedstawia rycina nr 3:



Rycina 3. Zmiana wartości ciśnienia skurczowego wśród uczestników symulacji dachowania

Wzrost ciśnienia tętniczego (szczególnie skurczowego) ulega zmianie o 2 mm Hg przy przemieszczeniu ciała o każde 2,5 cm poniżej serca [133]. W kontekście symulacji dachowania zmiany parametru ciśnienia skurczowego powyżej prawidłowej normy, mogą być wynikiem gwałtownej zmiany położenia ciała na skutek ruchu obrotowego platformy symulacyjnej. Symulacja dachowania nie może zatem trwać zbyt długo ze względu na ryzyko wystąpienia epizodów sercowo naczyniowych, dlatego też przy doborze uczestników badania kierowano się rygorystycznymi kryteriami zdrowotnymi.

CIŚNIENIE TĘTNICZE ROZKURCZOWE

Przed symulacją:

Przy pomiarze ciśnienia rozkurczowego najwyższa jego wartość przed symulacją oznaczona była na poziomie 110 mm Hg (jeden badany), a najniższa wynosiła 68 mm Hg (2 uczestników symulacji). Najczęściej występujące wartości przed symulacją zbadano u 6 uczestników i wynosiły one 85 mm Hg oraz 99 mm Hg.

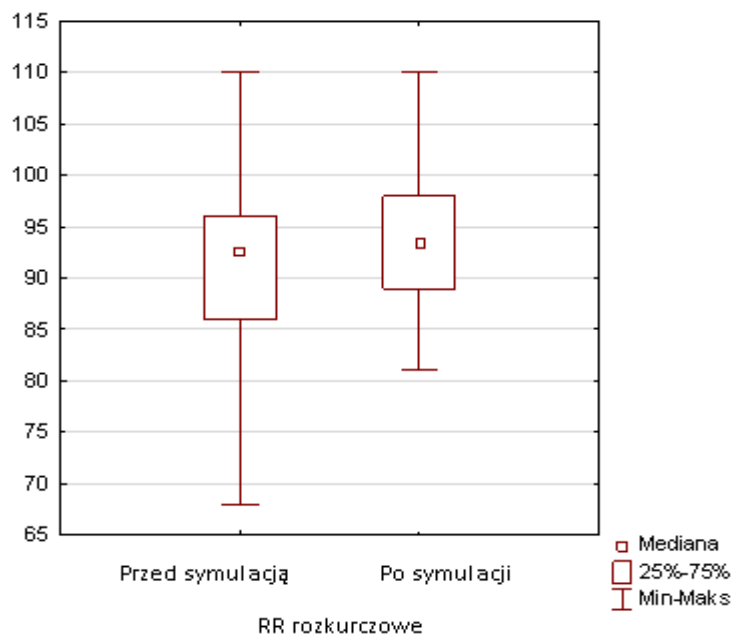
Po symulacji:

Po symulacji dachowania zmierzono ponownie ciśnienie tętnicze, a jego wyniki wykazały najwyższą wartość ciśnienia rozkurczowego na poziomie 110 mm Hg (jeden badany). Najniższa wartość wynosiła 110 mm Hg i obecna była również u jednego uczestnika,

a najczęściej występującą wartością było 97 mm Hg (12 badanych). Nie zaobserwowano różnicy między wartościami najwyższymi rozkurczowego ciśnienia tętniczego. Najwyższa wartość wśród 100 badanych przed i po symulacji dachowania wynosiła 110 mm Hg. W odniesieniu do najniższych wartościami, ciśnienie rozkurczowe różniło się o 13 mm Hg w kierunku jego wzrostu po ekspozycji na bodziec symulacyjny.

W odniesieniu do wszystkich uczestników biorących udział w symulacji dachowania, ciśnienie rozkurczowe w różnym stopniu po ekspozycji wzrosło wśród 59 badanych, nawet w obrębie prawidłowych wartości, natomiast powyżej prawidłowej wartości wzrost wystąpił u 65 badanych. Większa liczba uczestników z wartością ciśnienia rozkurczowego powyżej normy, wynika z obecności takiego ciśnienia wśród niektórych badanych również przed symulacją, nawet jeśli zmiana miała charakter spadkowy (przed symulacją 97 mm Hg, po symulacji 91 mm Hg).

Przedstawione zmiany wartości ciśnienia rozkurczowego, zobrazowano na rycinie nr 4:



Rycina 4. Zmiana wartości ciśnienia rozkurczowego wśród uczestników symulacji dachowania

Po symulacji dachowania, jednoczesny wzrost obu wartości ciśnienia tętniczego wystąpił u 46 badanych. Nie odnotowano wzrostu wartości ciśnienia skurczowego przy jednocześnie występującym prawidłowym ciśnieniu rozkurczowym, natomiast wzrost wartości rozkurczowej ciśnienia przy prawidłowym ciśnieniu skurczowym wystąpił wśród 22 uczestników symulacji.

W sytuacjach, gdy ciało nie jest narażone na działanie przeciążeń (tak jak ma to miejsce wśród uczestników symulacji dachowania), przyczyną nieprawidłowych wyników wartości ciśnienia rozkurczowego mogą być np.: zmiany morfologiczne w obrębie naczyń. Zmiany dotyczą głównie dużych tętnic, które twardnieją i tracą swą elastyczność, co może być przyczyną trwale utrzymującego się niskiego ciśnienia rozkurczowego. W odniesieniu do podwyższonej wartości rozkurczowej ciśnienia przy jednocześnie prawidłowej wartości skurczowej, ryzyko wystąpienia groźnych epizodów sercowo naczyniowych nie jest większe niż u osób z prawidłowym ciśnieniem tętniczym [134].

TĘTNO

Przed symulacją:

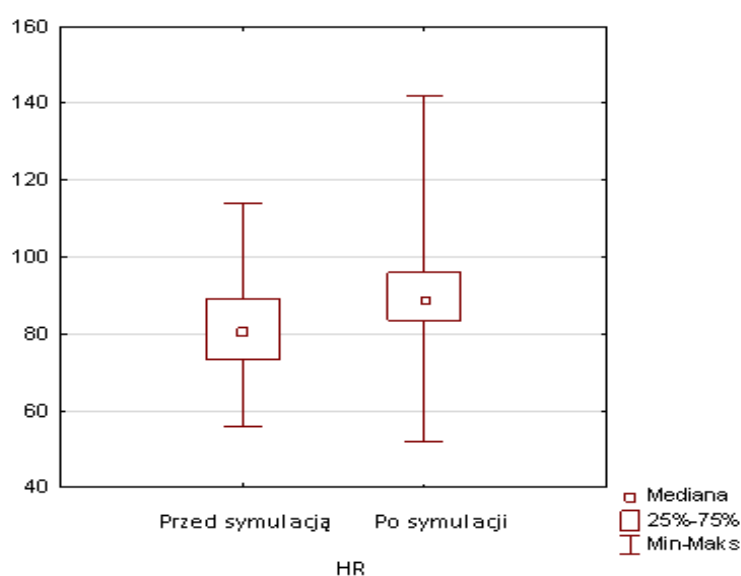
Nieinwazyjny pomiar tętna przeprowadzono za pomocą pulsoksymetru. Tętno mierzone przed symulacją wykazało wśród badanych najwyższą wartość na poziomie 114 uderzeń/minutę (jeden uczestnik). Najniższa wartość tętna wynosiła 56 uderzeń/minutę (jeden uczestnik), a najczęściej występującą wartością było 89 uderzeń/minutę (11 badanych).

Po symulacji:

Pomiar tętna po ekspozycji na bodziec wykazał najwyższą wartość na poziomie 142 uderzeń/minutę (jeden uczestnik), natomiast najniższa wartość wynosiła 52 uderzeń/minutę (jeden uczestnik). Tętno o wartości 90 uderzeń/minutę odnotowywano najczęściej i było obecne u 12 uczestników symulacji dachowania. Różnica w najwyższych wartościach (przed i po symulacji) wynosiła 28 uderzeń/minutę i miała charakter wzrostowy, natomiast różnica w wartościach najniższych wynosiła 4 uderzenia/minutę i wystąpiła w kierunku spadku swojej wartości.

Po ekspozycji na bodziec symulacyjny, wzrost wartości tętna obecny był wśród 65 uczestników symulacji, natomiast tętno powyżej normy zanotowano u 13 badanych.

Graficzną prezentację zmian wartości tętna uczestników symulacji dachowania przedstawia rycina nr 5:



Rycina 5. Zmiana wartości tętna wśród uczestników symulacji dachowania

Tętno w warunkach stresu przed niespodziewaną sytuacją może ulec zmianie powyżej wartości prawidłowych mieszczących się w przedziale 60-100 uderzeń/minutę [32]. Dodatkowym czynnikiem jest gwałtowna zmiana pozycji ciała mogąca przyczynić się do zmian w przepływie krwi przez duże naczynia tętnicze. Spadek rzutu serca przy gwałtownej pionizacji, a następnie jego gwałtowny wzrost przy rotacji ciała o 180 stopni symulując ruch obrotowy przy faktycznym dachowaniu pojazdu, może przyczynić się do utrzymującej się w czasie wysokiej wartości tętna po ekspozycji.

SATURACJA

Przed symulacją:

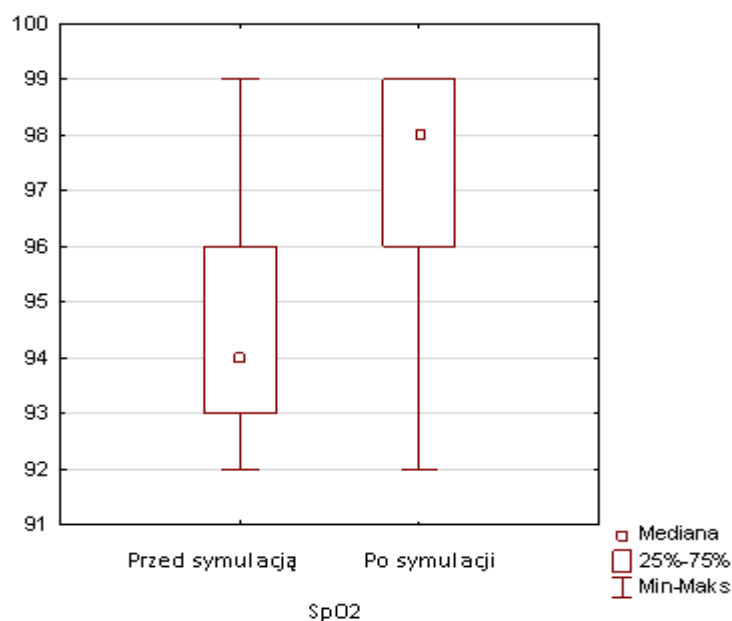
Poziom saturacji krwi tętniczej również uległ zmianie. Najwyższy poziom wysycenia tlenem przed symulacją obecny był u jednego uczestnika – 99% SpO₂, a najniższy – 92% SpO₂ odnotowano u 13 badanych. Najczęściej oznaczaną saturacją było 94% SpO₂ (24 uczestników).

Po symulacji:

Po ekspozycji na działanie bodźca zwiększyła się ilość badanych z wynikiem saturacji odbiegającym od normy. Ponowna ocena wykazała najwyższą wartość wysycenia na poziomie 98% SpO₂ i obecna była u 31 badanych. Najniższa wartość, czyli 92% SpO₂, odnotowano u jednego uczestnika, a najczęstszym wynikiem była wartość saturacji na poziomie 99% SpO₂ (31 badanych). Różnica między najwyższymi wartościami poziomu saturacji wśród badanych (przed i po symulacji) wynosiła 1% SpO₂ i miała charakter spadkowy. W odniesieniu do najniższych wartości nie zaobserwowano różnic w poziomie saturacji przed i po symulacji.

Wzrost poziomu saturacji krwi tętniczej po symulacji dachowania odnotowano wśród 84 jej uczestników, natomiast poziom SpO₂ powyżej prawidłowej normy został oznaczony u 31 badanych

Przedstawione wyniki zobrazowano na rycinie nr 6:



Rycina 6. Zmiana wartości saturacji wśród uczestników symulacji dachowania

W przypadku saturacji krwi tętniczej wartości różniły się jedynie o 1% lub 2% SpO2. Ma to związek ze ściśle określoną skalą prawidłowych wartości SpO2, a różnice na poziomie 1% powyżej lub poniżej normy są uznawane za patologie. Wzrost wartości saturacji krwi tętniczej powyżej normy po przebytej symulacji, może mieć związek z poekspozycyjną reakcją stresową, której efektem jest przyspieszenie oddechu.

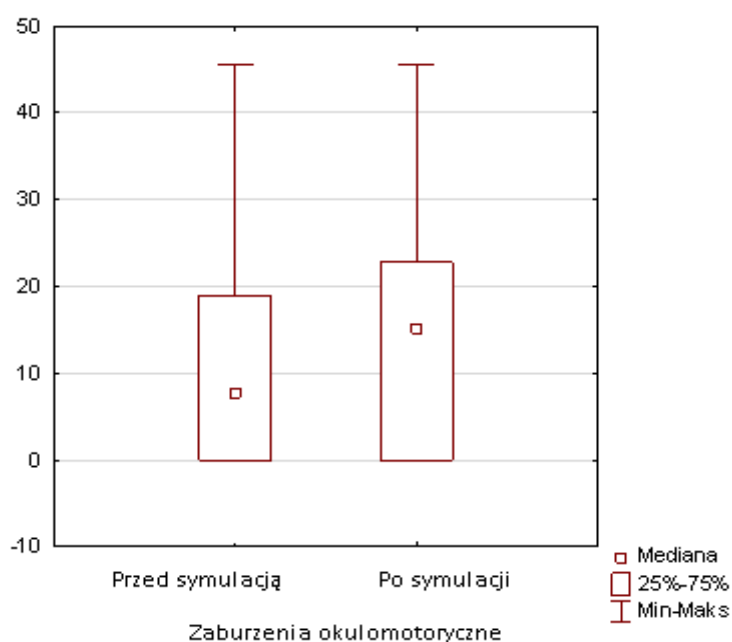
4.2.2 Symptomy choroby symulatorowej

Badanie zjawiska choroby symulatorowej na symulatorze dachowania wykonano na 100 uczestnikach i przeprowadzono je dla prób zależnych (analiza wyników pre – testów i post – testów).

W odniesieniu do zjawiska choroby symulatorowej, ocenie podlegały składowe objawów choroby symulatorowej zestawione w 3 grupach (mdłości, zaburzenia okulomotoryczne i dezorientacja). Wartości opisujące symptomy: M – mdłości, ZO – zaburzeń okulomotorycznych i D – dezorientacji, uzyskujemy przez dodanie wartości liczbowych stopnia odczuwania symptomów (gdzie dla odpowiedzi „wcale” była przypisana

wartość 0, dla odpowiedzi „niewielki” – 1, dla „umiarkowany” – 2, dla „znaczący” – 3) i mnożymy przez przypisaną im wagę.

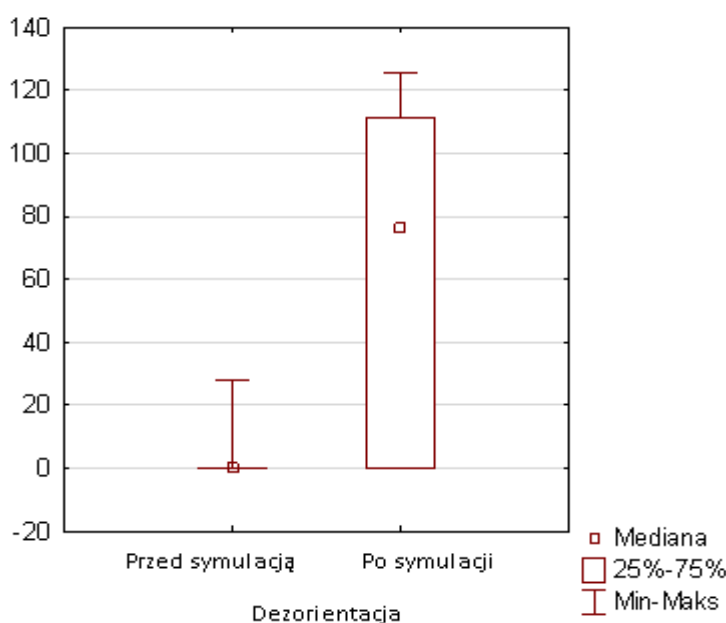
Po ekspozycji na bodziec symulacyjny, zauważono nasilenie symptomów należących do grupy opisującej mdłości. Zmiana miała charakter wzrostowy, a obliczony wynik dla wszystkich uczestników badania, przed symulacją dachowania wynosił $M=16,59$. Po symulacji dachowania wartość objawów z grupy mdłości wzrosła o 8,30 w stosunku do wartości przed symulacją i wynosiła $M=24,89$. Na skutek przeprowadzonej symulacji nie stwierdzono istotnych statystycznie zmian w grupie symptomów opisujących mdłości ($p=0,082$). Wobec grupy objawów opisujących zaburzenia okulomotoryczne, przed symulacją wartość wyniosła: $ZO=16,37$, a po ekspozycji – $ZO=24,02$. Stwierdzono istotny statystycznie wzrost wyników w grupie symptomów opisujących zaburzenia okulomotoryczne ($p=0,041$), graficzną prezentację ich zmian ukazuje rycina nr 7:



Rycina 7. Zmiana wartości symptomów zaburzeń okulomotorycznych wśród uczestników symulacji dachowania

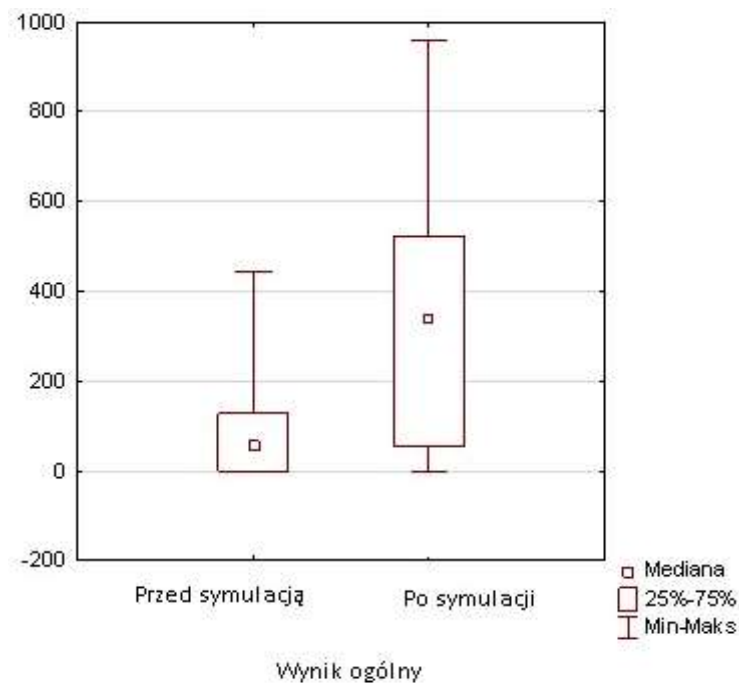
Największe zróżnicowanie wykazywały symptomy opisujące dezorientację. Wartość przed symulacją wyniosła: $D=5,56$, a po symulacji: $D=68,62$. Analiza statystyczna grupy symptomów należących do dezorientacji, wykazała istotny statystycznie wzrost wartości tej

grupy symptomów ($p < 0,001$). Wzrost wartości w zakresie tej grupy objawów o 63,06 po przebytej symulacji dachowania może wynikać z charakteru symulacji dachowania. Ruch obrotowy platformy dookoła własnej osi zwiększa ryzyko nasilenia objawów takich jak: zawroty głowy, nudności, ociążałość myślenia, zamglony wzrok, uczucie falowania przy otwartych i zamkniętych oczach. Wymienione objawy stanowią jednocześnie składową symptomów opisujących dezorientację w odniesieniu do oceny zjawiska choroby symulatorowej. W odniesieniu do uczestników symulacji dachowania, zmiany w obrębie symptomów dezorientacji prezentuje rycina nr 8:



Rycina 8. Zmiana wartości symptomów dezorientacji wśród uczestników symulacji dachowania

Obliczenie wartości wyniku ogólnego (suma wartości surowych grup symptomów, pomnożona przez przypisane im wartości liczbowe – wagi) pozwala ukazać w jakim stopniu uległy zmianie wszystkie symptomy choroby symulatorowej. Przed przystąpieniem do badania, wynik ogólny obliczany uczestnikom symulacji dachowania wynosił: $WO = 16,08$. Po symulacji dachowania wartość wyniku ogólnego wzrosła o 23,97 ($WO = 40,05$). Analiza statystyczna wykazała istotny statystycznie wzrost wartości wyniku ogólnego ($p < 0,001$) co potwierdza wystąpienie zjawiska choroby symulatorowej dla całej grupy badanych. Zmiany w obrębie wyniku ogólnego prezentuje rycina nr 9:



Rycina 9. Zmiana wartości wyniku ogólnego wśród uczestników symulacji dachowania

Porównując wartości wyniku ogólnego uczestników przed symulacją z wartościami po ekspozycji, zjawisko choroby symulatorowej w różnym natężeniu obecne było wśród 85 badanych. Prezentowane zmiany wartości w poszczególnych grupach symptomów, zobrazowano na rycinie nr 10:



Rycina 10. Choroba symulatorowa – symulacja dachowania

Szczegółowy rozkład wyników wszystkich badanych grup symptomów wraz z wynikiem ogólnym, przedstawia tabela nr 5.:

Tabela 5. Wyniki analizy statystycznej symptomów choroby symulatorowej

(M – mdłości, ZO – zaburzenia okulomotoryczne, D – dezorientacja) dla symulacji dachowania

<u>Zmienna</u>	<u>Symulacja dachowania</u>						p	
	$\bar{x}$	SD	Me	Min.	Max.	Q ₁		Q ₃
<i>M pre</i>	7,63 ± 13,08		0,00	0,00	66,78	0,00	14,31	0,082
<i>M post</i>	11,64 ±17,24		0,00	0,00	85,86	0,00	19,08	
<i>ZO pre</i>	10,46 ±11,84		7,58	0,00	45,48	0,00	18,95	0,041
<i>ZO post</i>	13,80 ±11,97		15,16	0,00	45,48	0,00	22,74	
<i>D pre</i>	1,53 ± 4,80		0,00	0,00	27,84	0,00	0,00	<0,001
<i>D post</i>	58,60 ± 51,30		76,56	0,00	125,28	0,00	111,36	
<i>WO pre</i>	73,39 ± 81,98		54,38	0,00	443,56	0,00	128,06	<0,001
<i>WO post</i>	314,30 ± 246,51		338,51	0,00	959,76	56,70	524,39	

Legenda: pre – przed, post – po, M – mdłości, ZO – zaburzenia okulomotoryczne, D – dezorientacja, WO – wynik ogólny, $\bar{x}$ – średnia arytmetyczna, SD – odchylenie standardowe, Me – mediana, Min – minimum, Max. – maximum, Q₁ – dolny kwartył, Q₃ – górny kwartył, p – miara istotności statystycznej.

4.3 Symulacja zderzenia

4.3.1 Parametry życiowe

Wśród badanych uczestników symulacji zderzenia, zaobserwowano zmianę wszystkich wartości mierzonych parametrów. Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała zmianę wartości ciśnienia skurczowego ($p < 0,001$), rozkurczowego ($p < 0,001$), tętna ($p < 0,001$) oraz saturacji ($p < 0,001$). Zmiany zostały przedstawione na poszczególnych rycinach, a szczegółowy rozkład wyników przedstawia tabela nr 6:

Tabela 6. Wyniki analizy statystycznej parametrów życiowych (RR – ciśnienie, HR – tętno, SpO2 – saturacja) dla symulacji zderzenia

<u>Zmienna</u>	<u>Symulacja zderzenia</u>						p	
	$\bar{x}$	SD	Me	Min.	Max.	Q ₁		Q ₃
<i>RR sk. pre</i>	128,56 ± 5,42		129,00	103,00	162,00	118,00	138,00	<0,001
<i>RR sk. post</i>	138,82 ± 9,28		139,00	114,00	165,00	133,00	144,50	
<i>RR rozk. pre</i>	88,35 ± 8,24		88,00	67,00	104,00	84,00	95,00	<0,001
<i>RR rozk. post</i>	93,16 ± 5,55		94,00	78,00	103,00	90,00	98,00	
<i>HR pre</i>	76,93 ± 11,50		76,50	53,00	107,00	68,00	86,00	<0,001
<i>HR post</i>	83,03 ± 12,10		86,50	58,00	113,00	75,00	90,00	
<i>SpO2 pre</i>	95,69 ± 1,89		96,00	92,00	99,00	94,00	97,00	<0,001
<i>SpO2 post</i>	96,70 ± 1,99		97,00	93,00	99,00	95,00	99,00	

Legenda: pre – przed, post – po, RR sk. – ciśnienie skurczowe, RR rozk. – ciśnienie rozkurczowe, HR – tętno, SpO2 – saturacja, $\bar{x}$ – średnia arytmetyczna, SD – odchylenie standardowe, Me – mediana, Min. – minimum, Max. – maximum, Q₁ – dolny kwartył, Q₃ – górny kwartył, p – miara istotności statystycznej.

CIŚNIENIE SKURCZOWE

Przed symulacją:

Najwyższa wartość skurczowego ciśnienia tętniczego zmierzona przed symulacją zderzenia wynosiła 162 mm Hg i obecna była u jednego uczestnika symulacji. Najniższa wartość oznaczona przed badaniem wynosiła 103 mm Hg – również jeden uczestnik symulacji. Najczęściej występującą wartością było 133 mm Hg – 9 badanych.

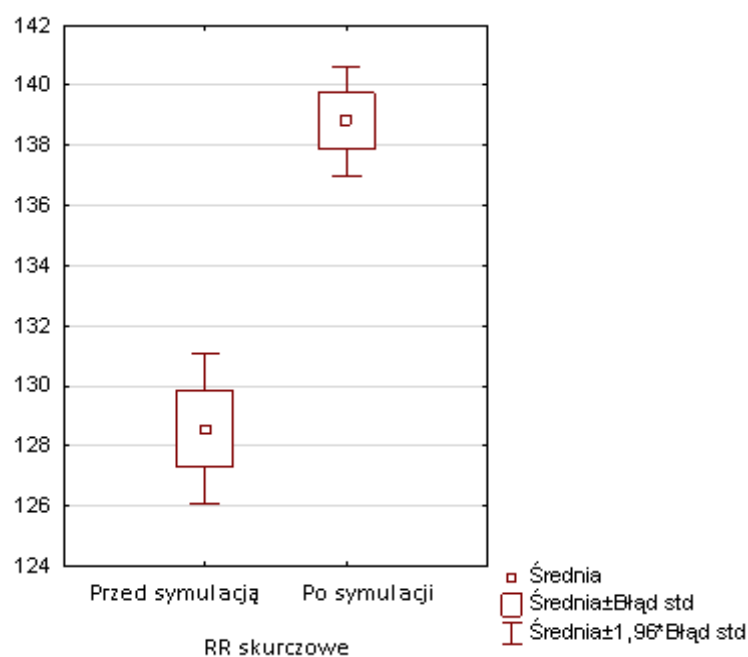
Po symulacji:

Po ekspozycji na bodziec, ponowny pomiar ciśnienia skurczowego wykazał najwyższą wartość na poziomie 165 mm Hg (2 uczestników), natomiast najniższa wynosiła 114 mm Hg (jeden uczestnik). Najczęściej występującą wartością było 142 mm Hg – obecna u 14 badanych.

Różnica między najwyższymi wartościami (przed i po symulacji) wynosiła 3 mm Hg, a najniższymi – 11 mm Hg. Zmiany zaobserwowano w kierunku wzrostu ich wartości.

W grupie 100 mężczyzn (uczestników symulacji zderzenia) wartość ciśnienia skurczowego po symulacji uległa wzrostowi wśród 91 badanych, natomiast wartość powyżej normy odnotowano wśród 45 uczestników symulacji.

Graficzną prezentację zmian wartości ciśnienia skurczowego, przedstawia rycina nr 11:



Rycina 11. Zmiana wartości ciśnienia skurczowego wśród uczestników symulacji zderzenia

CIŚNIENIE ROZKURCZOWE

Przed symulacją:

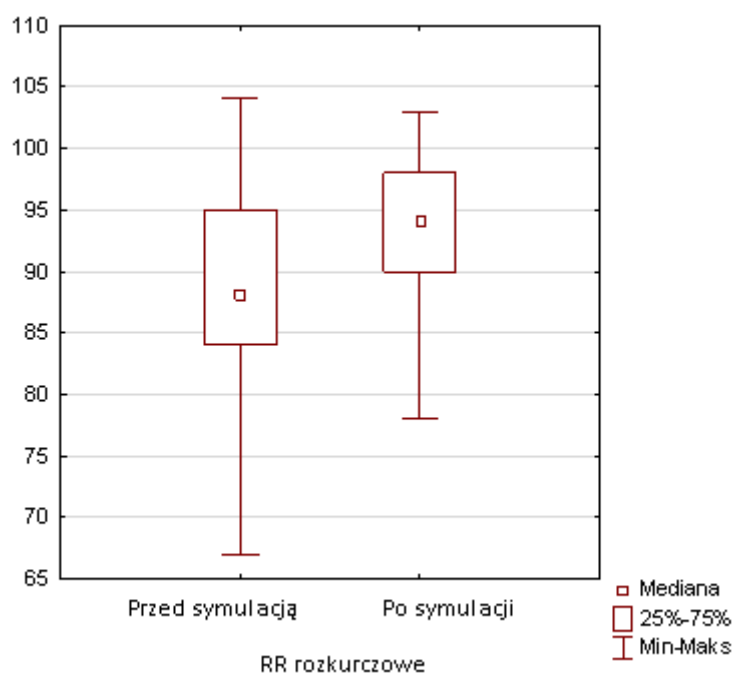
Przy pomiarze ciśnienia rozkurczowego, najwyższa jego wartość przed symulacją oznaczona została na poziomie 104 mm Hg (jeden badany), a najniższa wynosiła 67 mm Hg (2 uczestników symulacji). Najczęściej występującą wartością było 85 mm Hg (10 badanych).

Po symulacji:

Po symulacji zderzenia oznaczono ponownie ciśnienie tętnicze. Wyniki wykazały najwyższą wartość rozkurczową ciśnienia na poziomie 103 mm Hg (jeden uczestnik). Najniższe zmierzone ciśnienie rozkurczowe wynosiło 78 mm Hg i obecne było również u jednego uczestnika symulacji. Najczęściej występująca wartość wśród 100 badanych biorących udział w symulacji zderzenia wynosiła 97 mm Hg i zmierzona została wśród 11 badanych. Różnica między najwyższą wartością rozkurczową ciśnienia w porównaniu do stanu przed i po symulacji wyniosła 1 mm Hg (w kierunku spadku wartości), natomiast między najniższymi wartościami różnica wynosiła 11 mm Hg (w kierunku wzrostu wartości).

Po udziale w symulacji zderzenia, ciśnienie rozkurczowe w różnym stopniu wzrosło u 77 badanych, natomiast wartość ciśnienia rozkurczowego powyżej prawidłowej wartości obecna była wśród 68 uczestników symulacji.

Graficzną prezentację zmian wartości ciśnienia rozkurczowego uczestników symulacji zderzenia, prezentuje rycina nr 12:



Rycina 12. Zmiana wartości ciśnienia rozkurczowego wśród uczestników symulacji zderzenia

Po symulacji zderzenia również nie odnotowano wzrostu wartości skurczowej ciśnienia tętniczego przy jednocześnie występującej prawidłowej wartości rozkurczowej ciśnienia, natomiast wystąpił wzrost wartości rozkurczowej ciśnienia przy jednoczesnym prawidłowym wyniku ciśnienia skurczowego (23 badanych). Wzrost obu składowych ciśnienia tętniczego wystąpił u 45 badanych.

TĘTNO

Pomiaru tętna wśród uczestników symulacji zderzenia, również dokonano przy zastosowaniu pulsoksymetru napalcowego.

Przed symulacją:

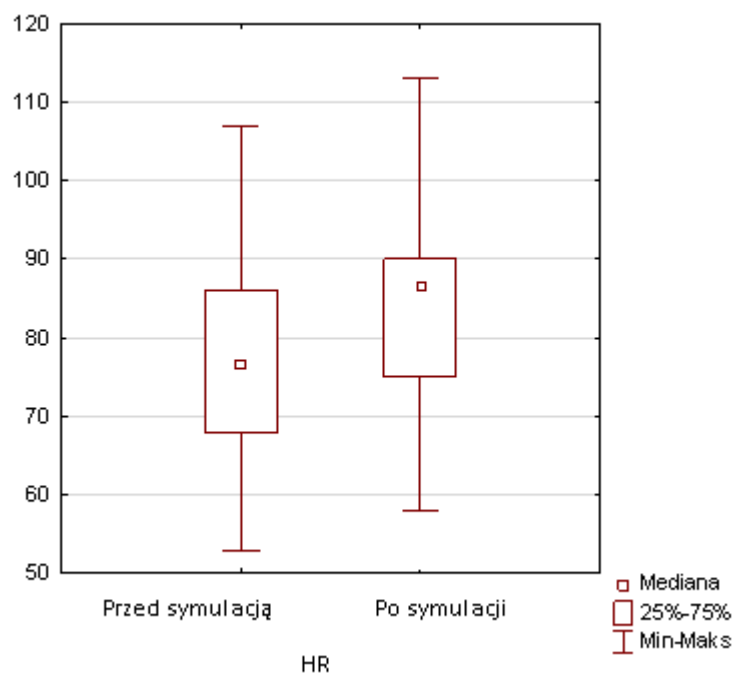
Przy pomiarze tętna, najwyższy zanotowany wynik wśród wszystkich badanych przed przystąpieniem do symulacji wyniósł 107 uderzeń/minutę (2 uczestników), natomiast wynik najniższy został oznaczony na poziomie 53 uderzeń/minutę (jeden badany). Najczęściej występującymi wartościami tętna było 70 i 80 uderzeń/minutę – 11 badanych.

Po symulacji:

Pomiar tętna po ekspozycji na bodziec symulacyjny wykazał zmianę jego wartości. Najwyższym tętnem odznaczał się jeden uczestnik badania – 113 uderzeń/minutę, a najniższym również jeden uczestnik i było to 58 uderzeń/minutę. Najczęściej oznaczanym tętnem wśród wszystkich 100 badanych było 87 oraz 90 uderzeń/minutę i zostało zmierzone u 12 uczestników symulacji. Różnica w najwyższych wartościach tętna (przed i po symulacji) wynosiła 6 mm Hg, natomiast różnica w wartościach najniższych wynosiła 5 uderzeń/minutę. Obie zmiany miały charakter wzrostowy.

Tętno po symulacji wzrosło u 65 badanych, a wartość powyżej normy odnotowano wśród 9 uczestników po symulacji zderzenia.

Zmiany wartości tętna wśród uczestników symulacji zderzenia przedstawia rycina nr 13:



Rycina 13. Zmiana wartości tętna wśród uczestników symulacji zderzenia

SATURACJA

Przed symulacją:

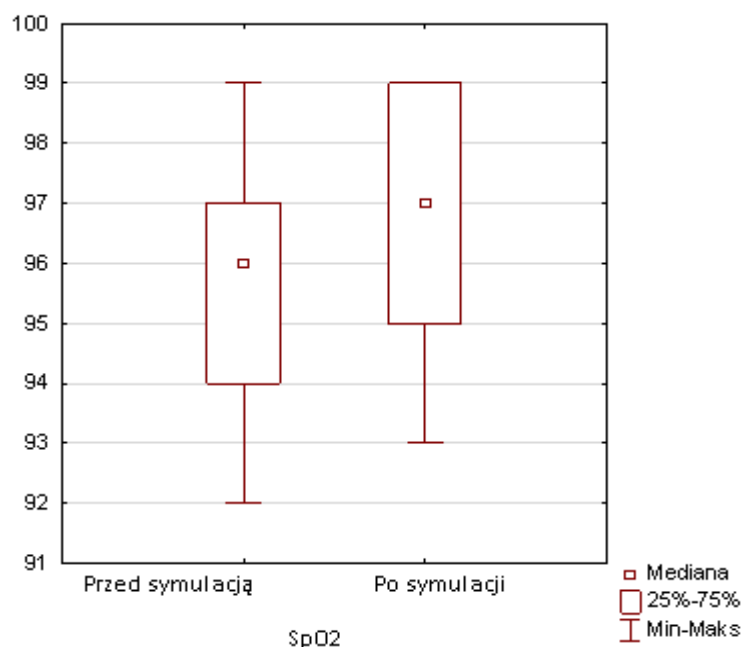
Najwyższy poziom saturacji wśród badanych przed symulacją wynosił 99% SpO2 i oznaczony został u 8 badanych. Najniższą wartość saturacji oznaczono na poziomie 92% SpO2 (jeden badany), a najczęściej występującym wynikiem było 96% SpO2 – 18 badanych.

Po symulacji:

Po symulacji zderzenia ponownie wykonano pomiar prężności tlenu. Najwyższa odnotowana wartość wyniosła 99% SpO2 (28 badanych), a najniższa – 93% SpO2 (9 badanych). Najczęściej występującym poziomem saturacji było 99% SpO2 – 28 uczestników badania. Nie zaobserwowano różnic poziomu saturacji w najwyższych jego wartościach mierzonych przed i po symulacji zderzenia wśród badanych. Różnica między najniższymi wartościami saturacji (przed i po symulacji) wynosiła 1% SpO2 i była to zmiana o charakterze wzrostowym.

Po ekspozycji na symulację, wzrost poziomu saturacji został odnotowany u 55 badanych, natomiast poziom SpO2 powyżej prawidłowej normy obecny był wśród 28 uczestników.

Graficzną prezentację zmian poziomu saturacji, obrazuje rycina nr 14:



Rycina 14. Zmiana wartości saturacji wśród uczestników symulacji zderzenia

Symulacja zderzenia ze względu na swój charakter nie wywiera tak dużych przeciążeń na organizm jak w przypadku symulacji z wykorzystaniem platformy obrotowej. Siły przeciążenia związane są z przesunięciem ciała ku przodowi w fotelu kierowcy podczas gwałtownego uderzenia w przeszkodę częściowo odkształcalną. Przyspieszony ruch prostoliniowy i gwałtowne zatrzymanie fotela, symulują zderzenie pojazdu. Uczestnik w trakcie symulowanego zderzenia odczuwa nagłe szarpnięcie, dzięki czemu wyobraża sobie prawdziwą niebezpieczną sytuację drogową.

Wzrost wartości ciśnienia tętniczego, tętna i poziomu saturacji w tym badaniu, może również wynikać z reakcji stresowej przed spodziewanym bodźcem.

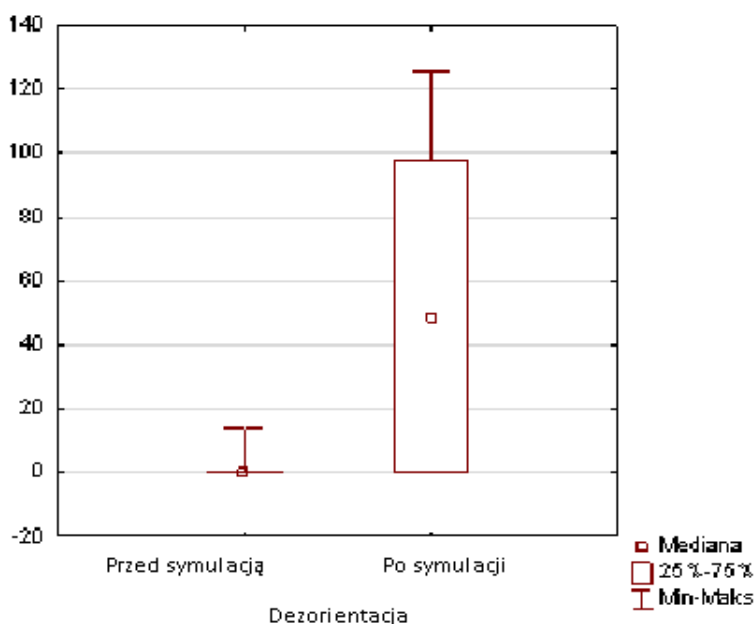
4.3.2 Symptomy choroby symulatorowej

Badanie zjawiska choroby symulatorowej na symulatorze zderzenia wykonano na 100 uczestnikach i przeprowadzono je dla prób zależnych (analiza wyników pre – testów i post – testów).

Symptomy choroby symulatorowej pojawiły się również wśród badanych po symulacji zderzenia. W odniesieniu do całkowitej liczby uczestników biorących udział w symulacji, objawy uległy nasileniu we wszystkich grupach symptomów – mdłości, zaburzenia okulomotoryczne, dezorientacja.

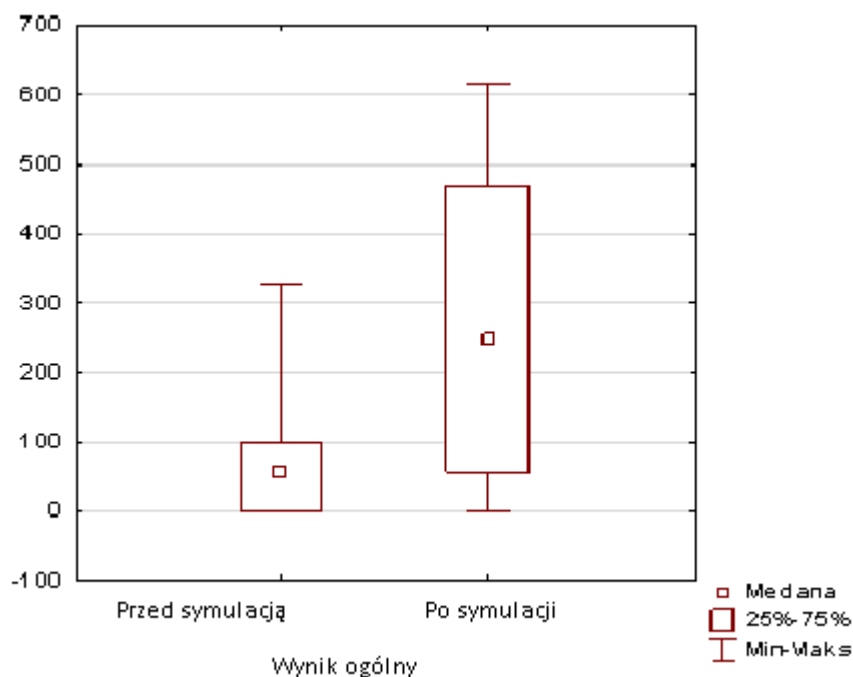
Wobec symptomów opisujących mdłości, przed symulacją wartość tego wyniku wynosiła $M=14,78$, a po ekspozycji na bodziec – $M=20,6$. Wartości symptomów opisujących zaburzenia okulomotoryczne, przed symulacją wynosiły – $ZO=13,26$, a po symulacji – $ZO=18,57$. Na skutek przeprowadzonej symulacji nie stwierdzono istotnych zmian w grupie symptomów opisujących mdłości ($p=0,589$) i zaburzeń okulomotorycznych ($p=0,245$).

Największe nasilenie symptomów zaobserwowano w grupie dezorientacji, bo aż o 55,42 wartości w swojej skali w porównaniu z wynikiem przed badaniem. Symptomy opisujące dezorientację, przed symulacją wynosiły – $D=3,2$, natomiast po ekspozycji – $D=57,62$. Analiza statystyczna wykazała istotny statystycznie wzrost wyników w grupie symptomów opisujących zaburzenia dezorientacji ($p<0,001$), a wykazaną zmianę obrazuje rycina nr. 16 :



Rycina 15. Zmiana wartości symptomów dezorientacji wśród uczestników symulacji zderzenia

Wynik ogólny (WO) po symulacji zderzenia wzrósł o 19,52 po ekspozycji na bodziec co potwierdza wystąpienie choroby symulatorowej. Dla całej grupy 100 badanych, przed symulacją wynosił – WO=13,2, a po ekspozycji na bodziec – WO=32,72. Analiza statystyczna wykazała istotny statystycznie wzrost wartości wyniku ogólnego ($p<0,001$), a zmianę w tym zakresie przedstawia rycina nr 17:



Rycina 16. Zmiana wartości wyniku ogólnego wśród uczestników symulacji zderzenia

Porównując wartości wyniku ogólnego uczestników przed symulacją z wartościami po ekspozycji, zjawisko choroby symulatorowej w różnym natężeniu obecne było wśród 84 badanych. Prezentowane zmiany wartości w poszczególnych grupach symptomów zobrazowano na rycinie nr 15:



Rycina 17. Choroba symulatorowa – symulacja zdarzenia

Szczegółowy rozkład wyników wszystkich badanych grup symptomów wraz z wynikiem ogólnym, przedstawia tabela nr 7:

Tabela 7. Wyniki analizy statystycznej symptomów choroby symulatorowej (*M* – mdłości, *ZO* – zaburzenia okulomotoryczne, *D* – dezorientacja) dla symulacji zdarzenia

<u>Zmienna</u>	<u>Symulacja zderzenia</u>						p	
	$\bar{x}$	SD	Me	Min.	Max.	Q ₁		Q ₃
<i>M pre</i>	7,06 ± 10,82		0,00	0,00	57,34	0,00	9,54	0,589
<i>M post</i>	7,54 ± 10,53		0,00	0,00	38,16	0,00	9,54	
<i>ZO pre</i>	8,87 ± 10,94		7,58	0,00	45,48	0,00	15,16	0,245
<i>ZO post</i>	10,31 ± 8,98		7,58	0,00	37,90	0,00	15,16	
<i>D pre</i>	0,84 ± 3,32		0,00	0,00	13,92	0,00	0,00	<0,001
<i>D post</i>	52,90 ± 50,48		48,72	0,00	125,28	0,00	97,44	
<i>WO pre</i>	62,70 ± 67,12		56,70	0,00	327,47	0,00	99,71	<0,001
<i>WO post</i>	264,57 ± 211,16		248,56	0,00	615,90	56,70	467,80	

Legenda: Pre – przed, post – po, M – mdłości, ZO – zaburzenia okulomotoryczne, D – dezorientacja, WO – wynik ogólny, $\bar{x}$ – średnia arytmetyczna, SD – odchylenie standardowe, Me – mediana. Min. – minimum, Max. – maximum, Q1 – dolny kwartył, Q3 – górny kwartył, p – miara istotności statystycznej.

4.4 Analiza porównawcza badanych zmiennych pomiędzy 2 grupami biorącymi udział w symulacjach

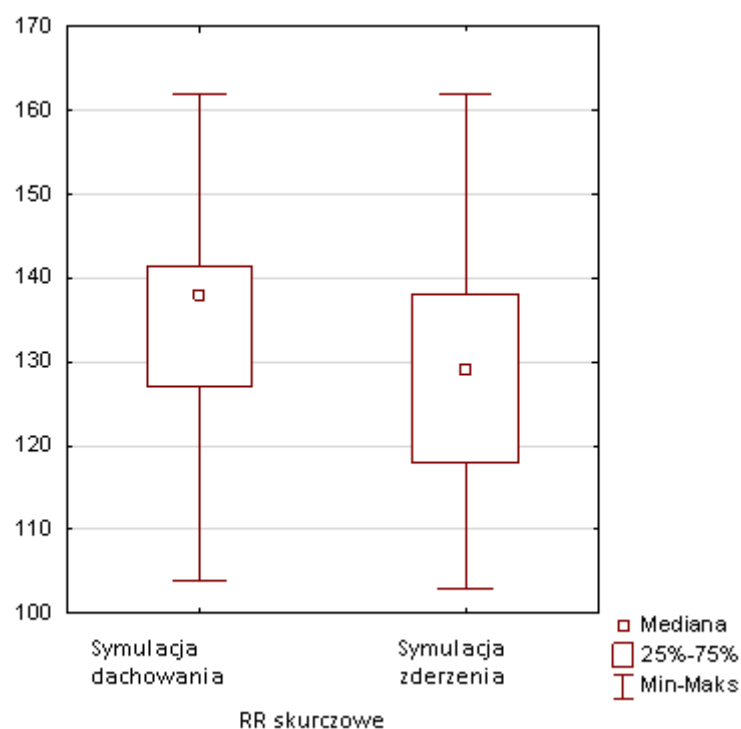
4.4.1 Parametry życiowe

PRZED SYMULACJAMI.

Porównując parametry życiowe między uczestnikami symulacji dachowania i zderzenia przed przystąpieniem do badania, analiza statystyczna wykazała istotną statystycznie różnicę wśród analizowanych grup. Badani biorący udział w symulacji dachowania wykazywali istotnie statystycznie wyższe wartości ciśnienia skurczowego ($p=0,002$), rozkurczowego ($p=0,018$), tętna ($p=0,008$) oraz istotnie niższe wartości saturacji ($p<0,001$) w porównaniu do uczestników symulacji zderzenia.

W ocenie skurczowego ciśnienia tętniczego przed symulacjami, najwyższe wartości były takie same dla obu grup badanych i wynosiły 162 mm Hg. Najniższe wartości tej składowej ciśnienia różniła się jedynie o 1 mm Hg i dla symulacji dachowania wynosiła 104 mm Hg, a dla symulacji zderzenia – 103 mm Hg. Porównując obie symulacje w odniesieniu do najczęściej występującej wartości skurczowego ciśnienia tętniczego wyższy poziom wykazywali badani z grupy symulacji zderzenia (138 mm Hg) niż badani z grupy symulacji dachowania (133 mm Hg).

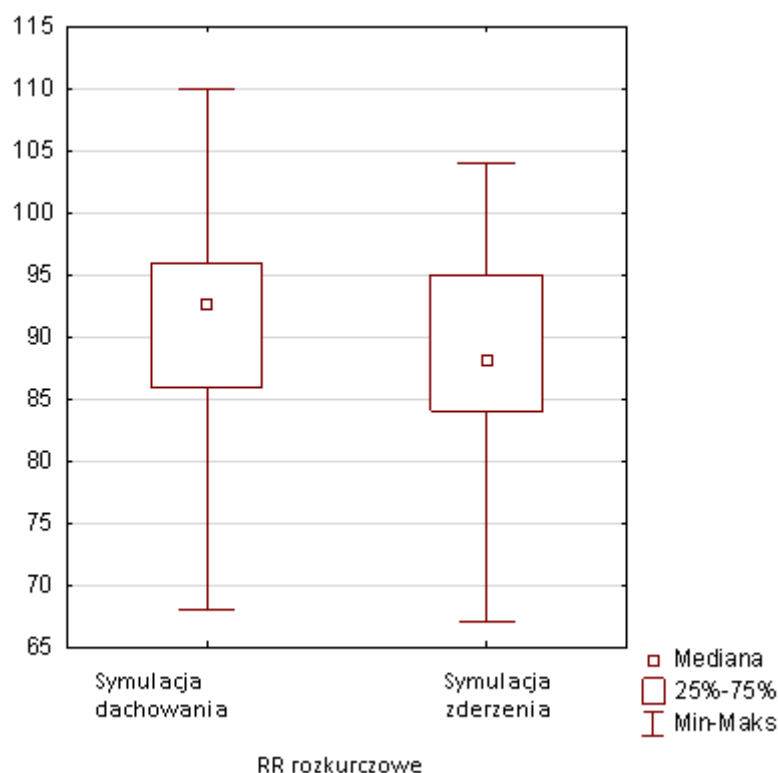
Graficzną prezentację wartości ciśnienia skurczowego wśród badanych przed symulacjami przedstawia rycina nr 18:



Rycina 18. Wartość ciśnienia skurczowego wśród uczestników, przed symulacjami dachowania i zderzenia

Porównując wartości rozkurczowego ciśnienia tętniczego, wyższe wartości dominowały wśród badanych z grupy symulacji dachowania. Najwyższy poziom wynosił 110 mm Hg i był wyższy o 6 mm Hg od najwyższego poziomu zmierzonego wśród uczestników z grupy symulacji zderzenia. Najniższa wartość była wyższa zaledwie o 1 mm Hg i wynosiła 68 mm Hg. Najczęściej odnotowywaną wartością było 85 i 99 mm Hg, a wśród badanych z grupy symulacji zderzenia – 85 mm Hg.

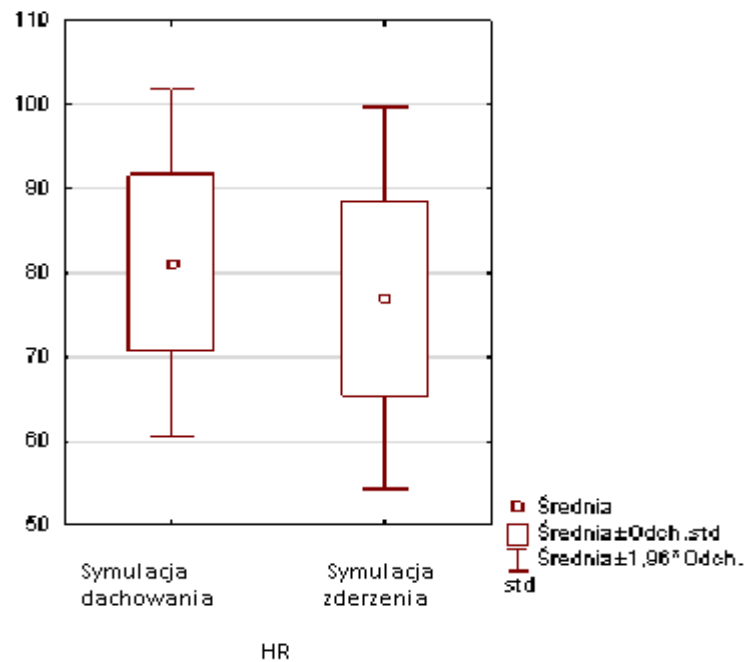
Graficzną prezentację wartości ciśnienia rozkurczowego wśród badanych przed symulacjami przedstawia rycina nr 19:



Rycina 19. Wartość ciśnienia rozkurczowego wśród uczestników, przed symulacjami dachowania i zderzenia

Tętno zbadane przed przystąpieniem do symulacji wykazało wyższe wartości wśród badanych z grupy symulacji dachowania. Najwyższa wartość wynosiła 114 uderzeń/minutę i była wyższa o 7 mm Hg od najwyższej zanotowanej w grupie badanych przed przystąpieniem do symulacji zderzenia. Najniższa wartość tętna przed symulacją wynosiła 56 uderzeń/minutę i była wyższa o 3 uderzenia/minutę w porównaniu do zmierzonej wartości wśród uczestników symulacji zderzenia. Najwyższa różnica była zauważalna w ocenie najczęściej występującej wartości tętna i wynosiła 19 uderzeń/minutę – symulacja dachowania: 89 uderzeń/minutę, symulacja zderzenia: 70 uderzeń/minutę.

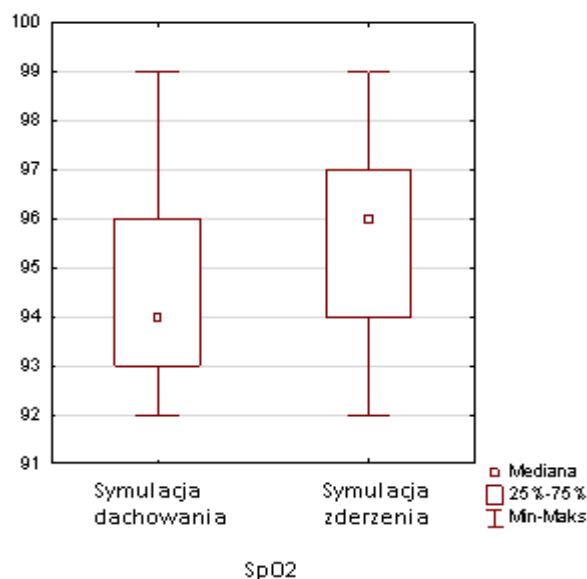
Graficzną prezentację wartości tętna wśród badanych przed symulacjami przedstawia rycina nr 20:



Rycina 20. Wartość tętna wśród uczestników, przed symulacjami dachowania i zderzenia

Saturacja krwi tętniczej zbadana przed przystąpieniem do symulacji dachowania i zderzenia, wykazała takie same wartości najwyższe (99% spO2) i najniższe (92% SpO2) wśród badanych z obu grup symulacji. W odniesieniu do najczęściej występującego poziomu SpO2, wyższą wartość odnotowywano w grupie uczestników symulacji zderzenia – 96% SpO2. Badani z grupy symulacji dachowania mieli o 2% niższy poziom SpO2.

Graficzną prezentację wartości saturacji wśród badanych przed symulacjami przedstawia rycina nr 21:

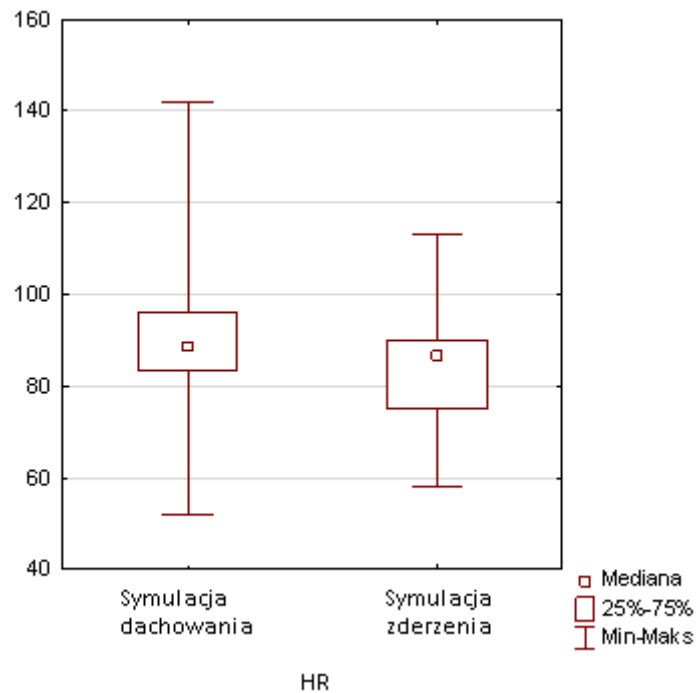


Rycina 21. Wartość saturacji wśród uczestników, przed symulacjami dachowania i zderzenia

PO SYMULACJACH

Po przeprowadzeniu symulacji, nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic pomiędzy badanymi grupami w wartości ciśnienia skurczowego ($p=0,517$), rozkurczowego ($p=0,921$) i saturacji ($p>0,05$). Zauważono istotnie wyższą wartość tętna wśród uczestników symulacji dachowania w porównaniu do symulacji zderzenia ($p=0,002$). Tętno w odniesieniu do najwyższej wartości po symulacji dachowania wynosiło 142 uderzeń/minutę i było wyższe o 29 uderzeń/minutę od najwyższej wartości zbadanej w grupie uczestników symulacji zderzenia. Wartość najniższa tętna po symulacji dachowania wynosiła 52 uderzeń/minutę i była niższa o 6 uderzeń/minutę w porównaniu z badanymi po symulacji zderzenia. Najczęściej występującą wartością tętna po symulacji dachowania było 90 uderzeń/minutę i wartość ta była wyższa o 3 uderzenia/minutę niż najczęściej występująca wśród badanych po symulacji zderzenia.

Graficzną prezentację zmian wartości tętna, przedstawia rycina nr 22:



Rycina 22. Wartość tętna wśród uczestników, po symulacjach dachowania i zderzenia

4.4.2 Symptomy choroby symulatorowej

Porównując obie grupy badanych względem siebie, nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic w wartościach symptomów choroby symulatorowej przed symulacjami. Nie wykazano również istotnych statystycznie różnic po symulacjach dla badanych względem siebie grup uczestników.

4.5 Deklaratywna zmiana postrzegania bezpieczeństwa

Końcowa ewaluacja obejmowała kwestionariusz własny, w którym każdy uczestnik deklarował poziom wpływu symulacji na zmianę postrzegania bezpieczeństwa w ruchu drogowym.

4.5.1 Ocena wpływu symulacji na zmianę zachowań w ruchu drogowym

Uczestnicy po ekspozycji na bodziec symulacyjny odpowiadali na pytanie, na ile prawdopodobne jest, że udział w symulacji wpływa na zmianę zachowań kierowców na drogach. Skala oceny uwzględniała 6 poziomów oceny:

- 0 – brak wpływu,
- 1 – bardzo mały wpływ,
- 2 – mały wpływ,
- 3 – średni wpływ,
- 4 – duży wpływ,
- 5 – bardzo duży wpływ.

Po symulacji dachowania 6 uczestników oceniło wpływ symulacji na zmianę zachowań na drogach jako mały. Średni wpływ zadeklarowało 19 badanych. 32 uczestników oceniło wpływ symulacji jako duży, a 43 uczestników jako bardzo duży.

Po symulacji zderzenia badani deklarowali wpływ symulacji na potencjalną zmianę zachowań drogowych kierowców jako średni (6 uczestników), jako duży wpływ oceniło 52 uczestników, a jako bardzo duży wpływ – 42 badanych.

Wyniki te są współmierne z ich wartościami procentowymi, a ich rozkład przedstawia tabela nr 8:

Tabela 8. Ocena wpływu symulacji na zmianę zachowań w ruchu drogowym

STOPIEŃ OCENY WPŁYWU	SYMULACJA DACHOWANIA	SYMULACJA ZDERZENIA
5 - bardzo duży	43%	42%
4 - duży	32%	52%
3 - średni	19%	6%
2 - mały	6%	0%
1 - bardzo mały	0%	0%
0 - brak	0%	0%

Analiza statystyczna z wykorzystaniem testu Fishera – Freemana – Haltona. wykazała zależność rodzaju symulacji, wobec oceny stopnia ich wpływu na zmianę zachowań w ruchu drogowym ($p < 0,001$).

4.5.2 Ocena wpływu symulacji na zmianę nawyków bezpieczeństwa ruchu drogowego

W ostatniej części kwestionariusza badani subiektywnie oceniali (również w 5-stopniowej skali) aspekty związane z bezpieczeństwem na drodze.

Ocenie podlegały: wpływ na styl kierowania samochodem, bezpieczeństwo bierne w samochodzie, przestrzeganie przepisów ruchu drogowego i dbałość o kondycję psychofizyczną za kierownicą.

SYMULACJA DACHOWANIA

Po przebytej symulacji zmianę w zakresie stylu kierowania pojazdem zadeklarowało 99% badanych. Najwięcej badanych (31%) oceniło wpływ symulacji dachowania jako duży, jeśli chodzi o potencjalną zmianę stylu kierowania pojazdem w przyszłości. Z kolei najmniej uczestników badania (2%) uznało, że symulacja w bardzo małym stopniu wpłynie na zmianę nawyków w tym aspekcie bezpieczeństwa ruchu drogowego.

W zakresie zmiany bezpieczeństwa biernego w odniesieniu do kierowania pojazdem 73% badanych określiło wpływ symulacji jako bardzo duży. Tylko 1% badanych spośród 100 uczestników zadeklarował brak wpływu.

W odniesieniu do zwiększenia przestrzegania przepisów ruchu drogowego 48% badanych oceniło wpływ symulacji jako bardzo duży. Również tylko 1% badanych zadeklarował brak wpływu. Dbłość o kondycję psychofizyczną w przyszłości zadeklarowało 99% uczestników. Jako bardzo duży wpływ symulacji oceniło 50% uczestników.

Szczegółowy rozkład wyników przedstawiono w tabeli nr 9:

Tabela 9. Deklaratywna ocena wpływu symulacji dachowania na zmianę w zakresie bezpieczeństwa ruchu drogowego

STOPIEŃ OCENY WPŁYWU	STYL KIEROWANIA	BEZPIECZEŃSTWO BIERNE	PRZESTRZEGANIE PRZEPISÓW	DBAŁOŚĆ O KONDYCJĘ PSYCHOFIZYCZNĄ
5 - bardzo duży	28%	73%	48%	50%
4 - duży	31%	19%	33%	29%
3 - średni	23%	7%	17%	18%
2 - mały	15%	0%	1%	2%
1 - bardzo mały	2%	0%	0%	0%
0 - brak	1%	1%	1%	1%

SYMULACJA ZDERZENIA

Po symulacji zderzenia 48% uczestników oceniło wpływ symulacji na styl kierowania jako bardzo duży, a 1% badanych stwierdziło brak wpływu.

W zakresie bezpieczeństwa biernego 100% badanych stwierdziło, iż udział w symulacji zwiększył wpływ na jego postrzeganie – według 90% badanych w bardzo dużym stopniu, a 10% – w stopniu dużym.

Pewien stopień wpływu symulacji na przestrzeganie przepisów ruchu drogowego zadeklarowało 100% badanych. Jako bardzo duży oceniło go 72% uczestników, a jako mały – 1% badanych.

Wysoki wynik w odniesieniu do deklarowanej zmiany nawyków bezpieczeństwa ruchu drogowego dotyczył dbałości o kondycję psychofizyczną. W tym zakresie 100% badanych oznaczyło średni, duży lub bardzo duży wpływ, z czego aż 67% uczestników wybrało odpowiedź „bardzo duży”.

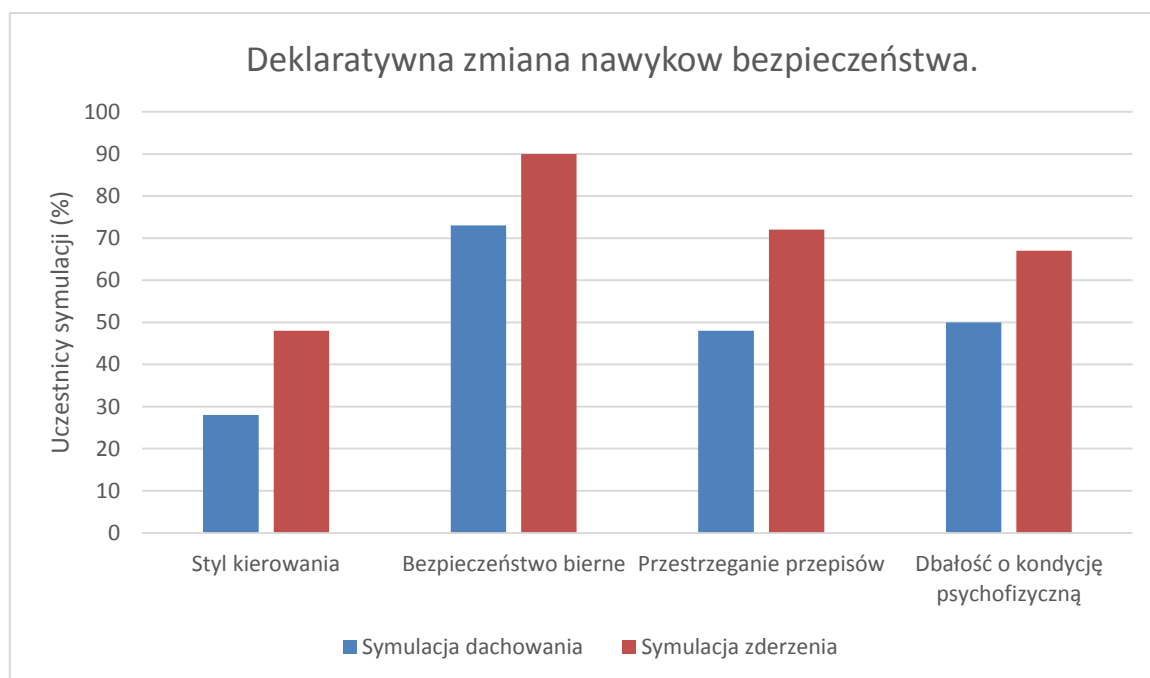
Prezentowane wyniki przedstawiono w poniższej tabeli:

Tabela 10. Ocena wpływu symulacji zderzenia na zmianę nawyków bezpieczeństwa ruchu drogowego

STOPIEŃ OCENY WPŁYWU	STYL KIEROWANIA	BEZPIECZEŃSTWO BIERNE	PRZESTRZEGANIE PRZEPISÓW	DBAŁOŚĆ O KONDYCJĘ PSYCHOFIZYCZNĄ
5 - bardzo duży	48%	90%	72%	67%
4 - duży	43%	10%	18%	24%
3 - średni	6%	0%	9%	9%
2 - mały	2%	0%	1%	0%
1 - bardzo mały	0%	0%	0%	0%
0 - brak	1%	0%	0%	0%

Analiza statystyczna wpływu symulacji na deklaratywne zmiany bezpieczeństwa ruchu drogowego, wykazała zależność rodzaju symulacji względem deklaratywnego wpływu na zmianę nawyków bezpieczeństwa ruchu drogowego. Zależność wystąpiła wobec stylu kierowania ($p < 0,001$), bezpieczeństwa biernego ($p = 0,002$), przestrzegania przepisów ruchu drogowego ($p = 0,004$) oraz dbałości o kondycję psychofizyczną ($p = 0,040$).

Najbardziej zauważalna zależność, wystąpiła wobec najwyższego stopnia (5 – bardzo duży wpływ) oceny wpływu symulacji. Szczegóły prezentowanej zależności przedstawia wykres słupkowy:



Rycina 23. Deklaratywna zmiana nawyków bezpieczeństwa, po przebytych symulacjach dachowania i zderzenia

5. DYSKUSJA

Ocena podstawowych parametrów życiowych w kontekście symulacji dachowania i zderzenia stanowi obecnie jedyną jak dotąd pracę poświęconą temu zagadnieniu w odniesieniu do symulacji z wykorzystaniem platform symulujących dachowanie pojazdu, oraz zderzenie z przeszkodą. Problemem napotkanym podczas próby porównania uzyskanych wyników do już istniejących, był brak publikacji poświęconych podobnym badaniom z wykorzystaniem symulatora dachowania i symulatora zderzeń. Autorzy skupiają się głównie na badaniu reakcji po udziale w symulacjach z wykorzystaniem wirtualnej rzeczywistości (gogle VR, ekrany) i są to w większości badania dotyczące oceny zjawiska choroby symulatorowej. Prowadzone przez autora tej pracy badania odbywały się na symulatorach z wykorzystaniem jedynie ruchomych platform symulujących ruch obrotowy (symulator dachowania) i ruch prostoliniowy (symulator zderzeń) bez udziału jakichkolwiek elementów wirtualnej rzeczywistości.

Nieinwazyjny pomiar ciśnienia tętniczego, tętna oraz saturacji dostarcza informacji na temat zmienności najważniejszych parametrów związanych z układem krążenia i układem oddechowym. Zmiany wartości ciśnienia skurczowego i rozkurczowego wśród badanych po symulacji dachowania, mogły mieć związek z szybkim ruchem obrotowym platformy symulacyjnej. Gwałtowną pionizację z pozycji horyzontalnej, można porównać do szybkiego wstania z pozycji leżącej. Ryzyko takich zmian w obrębie układu krążenia jest przyczyną tzw. omdleń ortostatycznych. Do utraty przytomności w wyniku hipotonii (niedociśnienie) może dojść, gdy ciśnienie skurczowe wyniesie około 70 mm Hg. Przepływ mózgowy krwi spada wtedy poniżej poziomu krytycznego, czyli około 30 ml / min / 100 g tkanki mózgowej [133]. Wśród badanych po obu symulacjach, nie wystąpił epizod omdleniowy. Analiza ciśnienia tętniczego nie wykazała skurczowego ciśnienia tętniczego poniżej krytycznej wartości. Żaden z badanych nie wykazywał spadku tego parametru do 70 mm Hg lub poniżej, a najniższą odnotowaną wartością ciśnienia tętniczego skurczowego po obu symulacjach, było 114 mm Hg. Zmiana ciśnienia po symulacji dachowania i zderzenia miała charakter wzrostowy. Wśród 89 badanych po obu symulacjach, wartość skurczowa ciśnienia tętniczego wzrosła powyżej 140 mm Hg. W sytuacji niezwiązanej z działaniem stresu oraz przeciążeń na organizm, wartość utrzymującego się ciśnienia skurczowego tętniczego powyżej 140 mm Hg stanowi wstęp do rozpoznania nadciśnienia tętniczego. Udział w badaniu osób cierpiących na nadciśnienie tętnicze mógłby stanowić zagrożenie kardio i neurologiczne.

W przypadku wartości rozkurczowej, niebezpiecznym jest ciśnienie o wartości wyższej niż 90 mm Hg. Wzrost wartości tylko jednej składowej ciśnienia (skurczowa) powyżej normy może być wstępem do rozpoznania tzw. izolowanego skurczowego nadciśnienia tętniczego. Celem prewencji przed wystąpieniem groźnych powikłań poekspozycyjnych, każdy z uczestników musiał zadeklarować brak przeciwwskazań zdrowotnych do których należy min nadciśnienie tętnicze.

Zmiany częstości uderzeń serca oraz poziomu saturacji krwi tętniczej w odniesieniu do symulacji z użyciem ruchomych platform, wynikają głównie z oddziaływania przeciążeń na organizm (ruch obrotowy przy symulacji dachowania) oraz stresu przed spodziewanym symulowanym niebezpieczeństwem drogowym. Nie ma doniesień naukowych na temat oceny tętna z wykorzystaniem ruchomej platformy symulacyjnej wykonującej ruch obrotowy wzdłuż osi podłużnej oraz platformy zjazdowej indukującej liniowe narastanie przyspieszenia.

Przyspieszony oddech po symulacjach dachowania i zderzenia jest wynikiem hiperwentylacji na skutek czynnika stresogennego jak i wzrostu parametrów układu krążenia, czego efektem jest podwyższony poziom saturacji krwi tętniczej. Literatura naukowa również nie podaje informacji na temat badań zmian oksigenacji krwi po ekspozycji na bodziec symulacyjny przy użyciu ruchomych platform dachowania i zderzenia.

W ocenie zjawiska choroby symulatorowej, nasileniu uległy symptomy charakterystyczne dla następujących grup objawów: mdłości, zaburzenia okulomotoryczne i dezorientacja. Po symulacji dachowania objawy opisujące mdłości nasiliły się o $M=8,3$ skali swojej wartości w odniesieniu do wyniku przed ekspozycją na bodziec, a w odniesieniu do symulacji zderzenia symptomy tej grupy objawów uległy nasileniu o $M=5,82$. W badaniach przeprowadzonych na potrzeby niniejszej pracy, wykorzystano jedynie platformę dynamiczną bez użycia wirtualnej rzeczywistości w postaci HMD (head – mounted displays), a i tak zauważono nasilenie grupy symptomów opisujących mdłości. Badania prowadzone przez Sharplesa i wsp. na symulatorze z użyciem wirtualnej rzeczywistości wykazały również nasilenie symptomów mdłości [78]. Drexler, porównując symptomy po symulacjach z wykorzystaniem symulatora samochodu, samolotu i śmigłowca, zauważył objawy mdłości występujące w podobnej skali wobec wszystkich symulacji. W odniesieniu do symulatora samochodu, stanowiły one grupę objawów pojawiającą się w najsłabszym natężeniu [79].

Do grupy zaburzeń okulomotorycznych zaliczamy symptomy, takie jak: zmęczenie, ból głowy, przemęczenie oczu, trudności ze skupieniem się, trudności z koncentracją. Objawy te uległy nasileniu po ekspozycji na symulację dachowania i zderzenia.

Najbardziej znaczący wzrost symptomów dokonał się w grupie dezorientacji szczególnie po symulacji dachowania. Porównując wyniki przed symulacją ($D=5,56$) i po symulacji ($D=68,62$), zmiana w kierunku nasilenia symptomów tej grupy zauważalna była u wszystkich 85 uczestników, u których wykazano obecność choroby symulatorowej. Podobny wynik z zastosowaniem symulatora samochodu zaobserwowali Drexler i wsp. w swoim badaniu. Zestawiając wyniki z 3 rodzajów symulatorów, zauważyli, że symptomy dezorientacji uległy największemu nasileniu właśnie po badaniu na symulatorze samochodu [79]. Na zwiększenie intensywności objawów po symulacji dachowania mógł mieć również wpływ rodzaj wykorzystanej platformy, na której zamontowano symulator. W symulatorze dachowania wykorzystano platformę dynamiczną (*motion based*), posiadającą hydrauliczne siłowniki umożliwiające wykonanie ruchu obrotowego, dzięki czemu symulacja w zamontowanym na platformie samochodzie osobowym, wiernie odwzorowuje ruch obrotowy doświadczany podczas wypadku drogowego z dachowaniem. Zaletą zastosowania platform ruchomych, jest niewątpliwie realizm sytuacji. Prócz bodźców wzrokowych w tym rodzaju symulacji, informacji o przemieszczaniu się dostarcza ruch platformy powodując zmianę położenia pojazdu, dzięki czemu badany odczuwa również przyspieszenie oraz zmianę położenia ciała. Przechylenia platformy w stronę prawą i lewą, generują ruch obrotowy wokół własnej osi – obrót o 360 stopni. Wykorzystany w badaniu symulator dachowania, po uruchomieniu powodował u badanych zmianę położenia ciała oraz dostarczał bodźce wzrokowe dotyczące kierunku ruchu. W przypadku symulacji zderzenia, wykorzystana została pochyła statyczna platforma (*fixed based*) na której zamontowano fotel samochodowy. Wprawiając fotel w ruch przyspieszony na torze zjazdowym z gwałtownym zatrzymaniem, można zasymulować sytuację drogową, jaką jest zderzenie pojazdu z przeszkodą. Stoner i wsp. zwrócili uwagę, że wykorzystanie ruchu w symulacji (dzięki platformie dynamicznej) jest czynnikiem mogącym zwiększyć objawy choroby symulatorowej [16]. Literatura podaje wyniki badań, które również wykazały nasilenie objawów po symulacji z użyciem platformy ruchomej w porównaniu z platformą statyczną, co potwierdza podwyższenie wyniku ogólnego (WO) w zestawieniu z wynikiem po symulacji statycznej. Nasileniu uległy również zaburzenia okulomotoryczne [135].

Przydatnym celem porównania nasilenia względem siebie objawów choroby symulatorowej jest stworzenie profilu choroby symulatorowej, tzw. Profil SSQ (*Simulator Sickness Questionnaire*). W przeprowadzonym badaniu dla symulacji dachowania Profil SSQ wynosi $D > M > O$, co oznacza, że najbardziej nasilone były objawy dezorientacji, mniej nasilone objawy z grupy objawów związanych z mdłościami, a najmniej zaburzenia okulomotoryczne. W przypadku symulacji zderzenia profil SSQ wygląda tak samo: $D > M > O$. Wyniki prowadzonych badań przez Curry i wsp. wykazały większe nasilenie objawów po symulacji z użyciem platformy statycznej, jednak pomimo tego profil podskal po obu symulacjach był identyczny ($D > O > M$) [135]. Odmierna okazała się jedynie kolejność stopnia nasilenia grup symptomów, gdyż na drugim miejscu uplasowały się zaburzenia okulomotoryczne, a objawami o najmniejszym nasileniu były mdłości.

Deklaratywne zwiększenie bezpieczeństwa po przebytych symulacjach uczestnicy ocenili w oparciu o wartości liczbowe kwestionariusza, wybierając odpowiedni stopień natężenia wpływu. Po obu symulacjach wpływ był deklarowany w różnym stopniu. Od żadnego uczestnika nie otrzymano informacji na temat wpływu symulacji po czasie na otrzymane punkty karne w przyszłości.

Po symulacji dachowania 43% badanych określiło wpływ symulacji na zmianę swoich nawyków bezpieczeństwa jazdy jako „bardzo duży” (5 w skali kwestionariusza). 100% badanych zadeklarowało, że wpływ symulacji w jakimś stopniu (bardzo dużym, dużym, średnim lub małym) przyczyni się do zmiany nawyków związanych z bezpieczeństwem ruchu drogowego. Może to wynikać z charakteru symulacji, która wiernie oddaje realizm niebezpiecznej sytuacji drogowej, jaką jest dachowanie pojazdu. Żaden z uczestników nie stwierdził braku wpływu tej symulacji na zmianę bezpieczeństwa jazdy, jedynie 6% badanych oceniła wpływ jako „mały”.

W odniesieniu do elementów bezpieczeństwa biernego pojazdu (zapinanie pasów, ustawienia zagłówków, ustawienia fotela i kierownicy, prawidłowe zapinanie pasów u dziecka) również po obu symulacjach 100% badanych deklarowało, że przebyte symulacje wpłyną na dbałość o bezpieczeństwo bierne pojazdu. Po symulacji dachowania 73% badanych stwierdziło jej wpływ na przyszłe zachowania jako „bardzo duży”. Po symulacji zderzenia aż 90% badanych zadeklarowało wpływ tej symulacji jako bardzo duży na ich dbałość o bezpieczeństwo bierne pojazdu w przyszłości. W przypadku symulacji dachowania, ciężar całego ciała przy ruchach obrotowych pojazdu osadzonego na ruchomej platformie, spoczywa jedynie na dobrze zapiętych pasach bezpieczeństwa, chroniąc w ten sposób przed

obrażeniami. W symulacji zderzenia, zadaniem pasów bezpieczeństwa jest również utrzymanie ciała na fotelu. W sytuacji rzeczywistej pasy mają chronić przed gwałtownym przemieszczeniem się ciała ku przodowi, a co za tym idzie gwałtownemu uderzeniu w kierownicę oraz inne elementy deski rozdzielczej pojazdu. Pozwala to uchronić osobę znajdującą się w pojeździe przed śmiertelnymi obrażeniami wielonarządowymi.

Ze względu na brak badań nad wpływem symulacji dachowania i zderzenia na zmianę parametrów życiowych i postrzegania bezpieczeństwa ruchu drogowego, przedstawione w niniejszej pracy wyniki mogą dostarczyć informacji na temat zmienności podstawowych parametrów życiowych w kontakcie z podobnym bodźcem, oraz wystąpienia zjawiska choroby symulatorowej z wykorzystaniem podobnych platform symulacyjnych.

6. WNIOSKI

1. Po symulacjach dachowania i zderzenia doszło do zmian w parametrach życiowych związanych z układem krążenia (ciśnienie tętnicze, tętno) w postaci zróżnicowanego wzrostu wartości ciśnienia tętniczego skurczowego, rozkurczowego oraz tętna.

2. Po symulacjach dachowania i zderzenia, wystąpiła zmiana parametru życiowego związanego z układem oddechowym (saturacja krwi tętniczej) Zmiana poziomu saturacji krwi tętniczej miała charakter wzrostowy.

3. Zjawisko choroby symulatorowej wystąpiło wśród uczestników obu symulacji w różnym stopniu nasilenia. Większe nasilenie objawów choroby symulatorowej generowała symulacja dachowania i było ono odczuwalne we wszystkich grupach symptomów: mdłości, zaburzenia okulomotoryczne, dezorientacja.

4. Po przebytych symulacjach dachowania i zderzenia wystąpił związek pomiędzy grupami symptomów choroby symulatorowej. Profil SSQ choroby symulatorowej wykazał dominującą grupę symptomów związanych z dezorientacją, mniej dominującą objawy mdłości, a najslabiej odczuwalne zaburzenia okulomotoryczne.

5. Po obu symulacjach badani zadeklarowali, że przebyte doświadczenie przyczyni się do zwiększenia ich bezpieczeństwa w ruchu drogowym. W nieznacznie większym stopniu zmianę w zakresie bezpieczeństwa deklarowali badani biorący udział w symulacji dachowania.

6. Po przebytej symulacji dachowania wystąpił związek pomiędzy rodzajem deklarowanej zmiany nawyków związanych z bezpieczeństwem (styl kierowania, bezpieczeństwo bierne, przestrzeganie przepisów, dbałość o kondycję psychofizyczną). Najwięcej badanych deklarowało w najwyższym stopniu wpływ symulacji na zmianę w zakresie bezpieczeństwa biernego, następnie dbałości o kondycję psychofizyczną i kolejno: przestrzeganie przepisów oraz styl kierowania.

7. Po przebytej symulacji zderzenia wystąpił związek pomiędzy rodzajem deklarowanej zmiany nawyków związanych z bezpieczeństwem (styl kierowania, bezpieczeństwo bierne, przestrzeganie przepisów, dbałość o kondycję psychofizyczną). Najwięcej badanych deklarowało w najwyższym stopniu wpływ symulacji na zmianę

w zakresie bezpieczeństwa biernego, na drugim miejscu przestrzeganie przepisów, a następnie dbałość o kondycję psychofizyczną i styl kierowania.

7. STRESZCZENIE

Wstęp: Symulatory wpisały się w część życia codziennego wielu ludzi na świecie. Charakter i funkcjonalność symulatorów pozwala na ich wykorzystanie we wszystkich dziedzinach życia. Ze względu na swoją budowę mogą stanowić mechanizmy ruchome, statyczne, a także tworzące wirtualną rzeczywistość. Wykorzystywane w wielu branżach, ułatwiają pracę. Służą również do celów naukowych oraz rozrywkowych z szeroko rozpowszechnioną wirtualną rzeczywistością. Jedne z najbardziej zaawansowanych symulatorów wykorzystywane są m.in. w medycynie, do celów diagnostycznych i leczniczych. Tego rodzaju urządzenia stanowią najwyższej klasy symulatory. Zastosowanie symulacji, bez względu na rodzaj urządzenia czy jego docelowe przeznaczenie, może często generować uporczywe objawy przypominające objawy choroby lokomocyjnej (zaburzenia błędnika). Tego rodzaju symptomy wyzwalane przez wrażenie ruchu rzeczywistego klasyfikowane są jako choroba symulatorowa.

Cel pracy: Celem głównym pracy była ocena zmiennych parametrów życiowych w wybranej populacji po jej udziale w symulacjach dachowania i zderzenia oraz zbadanie zależności między symulacjami a postawami względem bezpieczeństwa ruchu drogowego. Celem dodatkowym pracy była ocena wystąpienia zjawiska choroby symulatorowej wśród uczestników kontrolowanej symulacji dachowania i zderzenia bez wykorzystania wirtualnej rzeczywistości oraz deklaratywna ocena postrzegania bezpieczeństwa jazdy.

Materiał i metody: Materiał badawczy stanowiły osoby dorosłe, mężczyźni, kierowcy zawodowi uczestniczący w szkoleniach doskonalących technikę jazdy, którzy odwiedzili Interaktywne Centrum Bezpieczeństwa w Poznaniu i dobrowolnie zadeklarowali chęć udziału w kontrolowanej symulacji dachowania i symulacji zderzenia. Warunkiem przystąpienia do badania było wypełnienie oświadczenia o stanie zdrowia, stanowiącego nieodłączny element kwalifikacji do udziału w symulacji. Grupa badana uczestniczyła w szkoleniach na torze doskonalenia techniki jazdy w weekendy – badania z jej udziałem prowadzono przez okres 2 lat. Metodami badawczymi były pomiar nieinwazyjny parametrów życiowych wśród uczestników symulacji, kwestionariusz SSQ choroby symulatorowej oraz kwestionariusz własny deklaratywnej oceny wpływu symulacji na zmianę bezpieczeństwa jazdy.

Wyniki: W grupie 100 mężczyzn (uczestników symulacji dachowania) wartość ciśnienia skurczowego powyżej normy wzrosła po symulacji u 46 badanych. W odniesieniu do wartości ciśnienia rozkurczowego, po ekspozycji na bodziec ciśnienie powyżej prawidłowej normy, wzrosło wśród 65 badanych. Tętno uległo zmianie u 13 uczestników symulacji po ekspozycji na bodziec, również powyżej normy. Wzrost poziomu saturacji ponad normę również był zauważalny i charakteryzował 31 badanych.

W populacji uczestników symulacji zderzenia (100 mężczyzn) wszystkie parametry uległy zwiększeniu po ekspozycji na bodziec. Ciśnienie skurczowe uległo podwyższeniu po symulacji u 45 badanych, a wartości ciśnienia rozkurczowego uległy zwiększeniu powyżej normy u 68 uczestników. Badanie prowadzone z użyciem symulatora zderzeń, wykazało zwiększenie wartości tętna powyżej 100 uderzeń/minutę u 9 badanych. U 28 uczestników, wartości poziomu saturacji po symulacji, również uległy zwiększeniu powyżej normy.

Zjawisko choroby symulatorowej wystąpiło wśród badanych po symulacji dachowania i zderzenia. W większym stopniu, objawy generowała symulacja dachowania co potwierdza nasilenie objawów choroby symulatorowej i wyniku ogólnego po ekspozycji na bodziec

Po symulacji dachowania wszyscy badani zadeklarowali, iż odczucia towarzyszące pozorowanej sytuacji dachowania, wpłynęły na zmianę nawyków bezpieczeństwa jazdy. 43% badanych określiło wpływ symulacji na zmianę swoich nawyków bezpieczeństwa jazdy jako „bardzo duży” (5 w skali kwestionariusza). W odniesieniu do zasad bezpieczeństwa takich jak: styl kierowania, bezpieczeństwo bierne, przestrzeganie przepisów i dbałość o kondycję psychofizyczną, najwięcej, bo aż 73% badanych, po symulacji dachowania zadeklarowało zmianę w zakresie bezpieczeństwa biernego.

Po symulacji zderzenia, 48% badanych oceniło wpływ symulacji na ogólną zmianę nawyków bezpieczeństwa jako „bardzo duży”. W zakresie zasad bezpieczeństwa (styl kierowania, bezpieczeństwo bierne, przestrzeganie przepisów, dbałość o kondycję psychofizyczną) również najwięcej badanych – 90% zadeklarowało zmianę w obrębie bezpieczeństwa biernego.

Wnioski: Udział w symulacji dachowania oraz symulacji zderzenia przyczynił się do chwilowych zmian parametrów życiowych w obu grupach badanych, niemniej w różnym stopniu. Po przebytych symulacjach zmianie uległy parametry życiowe związane z układem krążenia i układem oddechowym – zmiany miały charakter wzrostowy.

Zjawisko choroby symulatorowej wystąpiło wśród uczestników obu symulacji w różnym stopniu nasilenia. Większe nasilenie 3 grup opisujących symptomy choroby symulatorowej, (mdłości, dezorientacja, zaburzenia okulomotoryczne) generowała symulacja dachowania. Po obu symulacjach badani zadeklarowali, iż udział w symulacji przyczyni się do zwiększenia ich bezpieczeństwa w ruchu drogowym. W odniesieniu do elementów bezpieczeństwa biernego pojazdu po symulacji dachowania i zderzenia najwięcej badanych zadeklarowało, iż udział w symulacji zwiększy ich dbałość w tym zakresie.

8. SUMMARY

Introduction: Simulators have become part and parcel of the everyday life of many people around the world. The nature and functionality of the simulators allow them to be used in all areas of life. Due to their structure, they can be portable, static and virtual reality mechanisms. They are used in many industries easing work. They are also used for research and entertainment with widespread virtual reality. Some of the most advanced simulators are utilized, among others for medical, diagnostic and therapeutic purposes. Such devices are the highest class simulators. The use of simulation, regardless of the type of device or its intended purpose, can often generate persistent symptoms resembling those of motion sickness (labyrinth disorders). Symptoms of this kind, triggered by the sensation of real movement, are classified as a simulator sickness.

Paper aim: The main goal of the paper was to assess the variable life parameters in a selected population after its participants were put in rollover and collision simulations and the impact of the simulation on declarative changes in road safety. An additional aim of the paper was to assess the occurrence of the simulator sickness phenomenon among participants of a controlled rollover and crash simulation without the use of virtual reality.

Material and methods: The research process included adults, men, professional drivers participating in trainings improving their driving technique who visited the Interactive Safety Center in Poznań and voluntarily declared their willingness to participate in a controlled roll-over simulation and crash simulation. The condition for joining the study was to fill in the health declaration, which is an integral part of the qualification for participation in the simulation. The study group participated in training on the track designed to improve driving techniques at weekends - research with its participation was carried out over the period of 2 years. The research methods included non-invasive measurement of vital parameters among simulation participants, the SSQ questionnaire for simulator sickness and the self-declarative assessment of the impact of the simulation on the change in driving safety.

Results: In the group of 100 men (participants of the rollover simulation), the systolic blood pressure value above normal increased after the simulation in 46 participants. As for the diastolic blood pressure, after exposure to the stimulus, the pressure above the normal range increased among 65 participants. Heart rate changed in 13 simulation participants after

exposure to the stimulus, also above normal. The increase in the saturation level above the norm was also noticeable and characterized 31 participants.

In the population of participants in the collision simulation (100 men), all parameters increased after exposure to the stimulus. Systolic blood pressure increased after simulation in 45 participants, and diastolic blood pressure increased above normal in 68 participants. The study conducted with the use of a collision simulator showed an increase in the heart rate value above 100 beats per minute in 9 participants. In 28 participants, the values of the saturation level after simulation also increased above normal.

The phenomenon of simulator sickness occurred among the participants after the rollover and collision simulation. To a greater extent, the symptoms were generated by a rollover simulation, which confirms the intensification of the symptoms of the simulator sickness and the overall result after exposure to the stimulus.

After the rollover simulation, all respondents declared that the feelings accompanying the mock rollover situation would change their driving safety habits. 43% of the respondents described the impact of the simulation on the change of their driving safety habits as "very large" (5 on the scale of the questionnaire). With regards to safety principles such as: driving style, passive safety, compliance with regulations and attention to psychophysical condition, the most, as many as 73% of respondents, declared a change in passive safety after the rollover simulation.

After the collision simulation, 48% of respondents rated the impact of the simulation on the overall change in safety habits as "very large". In terms of safety rules (driving style, passive safety, compliance with regulations, care for psychophysical condition) also the largest number of respondents – 90% declared a change in the area of passive safety.

Conclusions: Participation in the rollover simulation and collision simulation contributed to the temporary changes in vital parameters in both groups of participants but to a different degree. After the simulations, vital parameters related to the circulatory and respiratory systems changed – the changes were increasing.

The phenomenon of simulator sickness occurred among the participants of both simulations to a different degree of severity. A greater intensity of the three groups describing the symptoms of the simulator disease (nausea, disorientation, oculomotor disorders) were generated by the rollover simulation. After both simulations, the respondents declared that participation in the simulation would contribute to increasing their safety in road traffic. With

regards to the passive safety components of the vehicle, after both simulations, most of the respondents declared that participation in the simulation would increase their carefulness in this respect.

9. PIŚMIENNICTWO

- [1] Słownik Języka Polskiego PWN, serwis on-line: <https://sjp.pwn.pl/szukaj/symulacja.html>: Dostęp: 4.05.2020 r.
- [2] Brookhuis K.A., de Waard D.: Measuring physiology in simulators. Handbook of driving simulation for engineering, medicine, and psychology. CRC Press, Boca Raton, 2011:17.1-17.10.
- [3] Haarmann A, Boucsein W, Schaefer F.: Combining electrodermal responses and cardiovascular measures for probing adaptive automation during simulated flight. Apply Ergonomy, 2009 Nov;40(6):1026-40.
- [4] Zużewicz K., Saulewicz A., Konarska M., Kaczorowski Z.: Heart rate variability and motion sickness during forklift simulator driving. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, 2011;17(4):403-410.
- [5] Min B.-C., Chung S.-C., Min Y.-K., Sakamoto K.: Psychophysiological evaluation of simulator sickness evoked by a graphic simulator. Apply Ergonomy, 2004;35(6):549-556.
- [6] Brookhuis K.A., de Waard D.: Monitoring drivers' mental workload in driving simulators using physiological measures. Accident Analysis Prevention, 2010;42:898-903.
- [7] Brooks J.O., Goodenough R.R., Crisler M.C.: i wsp.: Simulator sickness during driving simulation studies. Accident Analysis Prevention, 2010;42(3):788-796.
- [8] Davenne D., Lericollais R., Sagaspe P.: i wsp.: Reliability of simulator driving tool for evaluation of sleepiness, fatigue and driving performance. Accident Analysis Prevention, 2012;45:677-682.
- [9] Siedlecka J., Bortkiewicz A.: Zastosowanie symulatorów jazdy samochodem w ocenie ryzyka wypadku u kierowców z obturacyjnym bezdechem sennym. Medycyna Pracy, 2012;63(2):229-236.
- [10] Andysz A., Waszkowska M., Merecz D., Drabek M.: Za stosowanie symulatorów jazdy w badaniach psychologicznych. Medycyna Pracy, 2010;61(5):573-582.
- [11] Devlin A., McGillivray J., Charlton J., Lowndes G., Etienne V.: Investigating driving behaviour of older drivers with mild cognitive impairment using a portable driving simulator. Accident Analysis Prevention, 2012;49:300-307.

- [12] Biernacki M., Tarnowski A.: The effect of age and personality on the main cognitive processes in drivers. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 2011;24(4):367-379.
- [13] Andysz A., Merecz D.: Zdolności wzrokowe starszych kierowców - przegląd badań symulatorowych. *Medycyna Pracy*, 2012;63(6):677-687.
- [14] Whitworth KA., Long JP.: Certification in Medical Simulation. 2022 Feb 21. In: *Stat Pearls*. Treasure Island (FL), 2022;PMID: 32809546.
- [15] Mourant R., Thara. R.: Simulator sickness in a virtual environments driving simulator. Boston, 2000;44:534-537.
- [16] Stoner H.A., Fisher D.L., Mollenhauer M. Jr.: Simulator and scenario factors influencing simulator sickness. W: Fisher D.L., Rizzo M., Caird J.K., Lee J.D. *Handbook of driving simulation for engineering, medicine, and psychology*. CRC Press, Boca Raton, 2011:14.1-15.1.
- [17] Blana E.: Driving simulator validation studies. A literature review: Institute of Transport Studies. University of Leeds, Leeds, Working Paper, 1996;480:46-47.
- [18] Blana E.: A Survey of Driving Research Simulators Around the World: Institute of Transport Studies. University of Leeds, Leeds. Working Paper, 1996;481:11-12.
- [19] Lozia Z.: *Symulatory jazdy samochodem*. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa, 2008;1:28-48.
- [20] Straus S.: New, Improved, Comprehensive and Automated Driver's License Test and Vision Screening System: Arizona Department of Transportation. ESRA Consulting Corporation Final Report 559. Boca Raton, 2005;(1):68-69.
- [21] Wojewódzki Ośrodek Ruchu Drogowego Olsztyn, serwis on-line: www.word.olsztyn.pl/simulator-dachowania-oraz-simulator-zderzen/ Dostęp: 15.03.2022 r.
- [22] Profesjonalne symulatory, serwis on-line: www.symulatory-wynajem.pl/bezpiecznej-jazdy/simulator-dachowania. Dostęp 17.03.2022 r.
- [23] O fotelikach, serwis on-line: www.ofotelikach.pl/relacja-z-pobytu-w-centrum-bezpieczenstwa-skoda-auto-lab/ Dostęp: 17.03.2022 r.

- [24] VREAL Profesjonalne symulatory, serwis on-line: www.hvreal.pl/symulator-zderzenia-na-wynajem-crashtest/ Dostęp: 17.03.2022 r.
- [25] ALUCAR Producent przyczep i Symulatorów Bezpiecznej Jazdy, serwis on-line: www.alucar.org/symulator-zderzen/ Dostęp: 17.03.2022 r.
- [26] Med IQ Platforma e-edukacyjna, serwis on-line: www.mediq.edu.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=9&Itemid=155 Dostęp: 17.03.2022 r.
- [27] Cordis, serwis on-line: www.cordis.europa.eu/article/id/29645-systolic-blood-pressure-key-for-older-patients-eu-researchers-say/pl Dostęp: 17.03.2022 r.
- [28] Woźakowska – Kapłon B., Salwa P., Siebert J.: Nowe europejskie wytyczne dotyczące postępowania u chorego z nadciśnieniem tętniczym – czy istotnie zmieniają postępowanie lekarza praktyka?. *Folia Cardiologica*, 2014;9(1):33-53.
- [29] Apteka Gemini, serwis on-line: www.aptekagemini.pl/poradnik/zdrowie/na-co-zwrocic-uwage-przy-wyborze-cisnieniomierza-oraz-termometru-bezdotykowego/. Dostęp: 23.05.2021 r.
- [30] Marino L., Kubler A.: *Intensywna terapia*, wyd. III, Wrocław: Elsevier Urban & Partner, 2009, ISBN 978-83-7609-065-8.
- [31] Smith T., Pinnock C., Lin T.: *Podstawy Anestezjologii, Wydanie Trzecie*, Warszawa: DB Publishing, 2012, ISBN 978-83-62526-05-5.
- [32] Rybicki Z.: *Intensywna terapia dorosłych*, Lublin: Makmed, 2009, ISBN 978-83-927780-4-2 .
- [33] Apteka line, serwis on-line: www.apteline.pl/artykuly/prawidlowy-puls-za-niski-puls-tetno-prawidlowe-tetno-spozynkowe-za-wysoki-puls. Dostęp: 20.04.2021 r.
- [34] Medonet, serwis on-line: www.medonet.pl/choroby-od-a-do-z/najczestsze-objawy-chorobowe,przyspieszone-lub-zwolnione-tetno,artykul,1577485.html. Online: 15.06.2020 r.
- [35] Thayer JF., Ahs F., Fredrikson M., Sollers JJ 3rd., Wager TD.: A meta-analysis of heart rate variability and neuroimaging studies: implications for heart rate variability as a marker of stress and health. *Neuroscience Biobehavior Review*, 2012 Feb;36(2):747-56.

- [36] Medycyna praktyczna, serwis on-line: www.mp.pl/lekarzwojskowy/artukul/1209/. Dostęp: 8.07.2020 r.
- [37] Bitner A., Klawe JJ., Zawada M.: Wpływ zmiany pozycji ciała na wybrane parametry hemodynamiczne u osób po 50 roku życia. *Problemy higieny i epidemiologii*, 2013;94(1):97-102.
- [38] Medonet, serwis on-line: www.medonet.pl/zdrowie,saturacja---pulsoksymetria--normy--wskazania,artykul,1732352.html. Dostęp: 9.07.2020 r.
- [39] Iacobelli L., Lucchini A., Asnaghi E., Nesci M.: Oxygen saturation monitoring. *Minerva Anesthesiology*, 2002 May;68(5):488-91.
- [40] Matopat 24, serwis on-line: <https://www.matopat24.pl/poradnik/wpis/saturacja-co-to-jest-objawy-i-przyczyny-niskiej-saturacji-normy-saturacji-jak-ja-mierzyc> Dostęp: 9.07.2020 r.
- [41] Prusinski A.: Klasyfikacja, obraz kliniczny i leczenie zawrotów głowy. *Polski przegląd neurologiczny*, 2011;7(1):11-19.
- [42] Latkowski B., Prusiński A. Zawroty głowy (krótkie kompendium). Termedia, Poznań 2009. ISBN 9788389825247:140.
- [43] Schmä F.: Neuronal mechanisms and the treatment of motion sickness. *Pharmacology*, 2013;229-41.
- [44] Wilson WD.: Travel sickness in cattle. *Vet Record*, 1997;140:76.
- [45] Reason JT.: Motion sickness adaptation: a neural mismatch model. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 1978;71:819-829.
- [46] Money KE.: Motion sickness. *Physiology Review*, 1970;50:1-39.
- [47] Oman CM.: A heuristic mathematical model for the dynamics of sensory conflict and motion sickness. *Acta oto-laryngologica. Supplementum*, 1982;392:1-44.
- [48] Pitman JR., Yolton RL.: Etiology and treatment of motion sickness. *Journal of the American Optometric Association*, 1983;54:31-38.
- [49] Liu L., Yuan L., Wang HB., Yu LS., Zheng J., Luo CQ., Wang Y.: The human alpha(2A)-AR gene and the genotype of site -1296 and the susceptibility to motion sickness. *Shanghai*, 2002;34:291-297.

- [50] Reavley CM., Golding JF., Cherkas LF., Spector TD., MacGregor AJ.: Genetic influences on motion sickness susceptibility in adult women: a classical twin study. *Aviation Space Environmental*, 2006;77:1148-1152.
- [51] Shupak A., Gordon CR.: Motion sickness: advances in pathogenesis, prediction, prevention, and treatment. *Aviation Space Environmental*, 2006;77:1213-1223.
- [52] Klosterhalfen S., Kellermann S., Pan F, Stockhorst U, Hall G, Enck P: Effects of ethnicity and gender on motion sickness susceptibility. *Aviation Space Environmental*, 2005;76:1051-1057.
- [53] Jokerst MD., Gatto M., Fazio R., Gianaros PJ., Stern RM., Koch KL.: Effects of gender of subjects and experimenter on susceptibility to motion sickness. *Aviation Space Environmental*, 1999;70:962-965.
- [54] Grunfeld E., Gresty MA.: Relationship between motion sickness, migraine and menstruation in crew members of a 'round the world' yacht race. *Brain Research Bull*, 1998;47:433-436.
- [55] Golding JF., Kadzere P., Gresty MA.: Motion sickness susceptibility fluctuates through the menstrual cycle. *Aviation Space Environmental*, 2005;76:970-973.
- [56] Matchock RL., Levine ME., Gianaros PJ., Stern RM.: Susceptibility to nausea and motion sickness as a function of the menstrual cycle. *Womens Health Issues*, 2008;18:328-335.
- [57] Cheung B., Heskin R., Hofer K., Gagnon M.: The menstrual cycle and susceptibility to coriolis-induced sickness. *Journal of Vestibular Research*, 2001;11:129-136.
- [58] McIntosh IB.: Motion sickness – questions and answers. *Journal Travel Medicine*, 1998;5:89-91.
- [59] Dichgans J., Brandt T.: Visual-vestibular interaction in self-motion perception and postural control. *Handbook of Sensory Physiology*. Springer Verlag Berlin Heidelberg, 1976, vol 5.
- [60] Fischer AJ., Oosterveld WJ.: Motion sickness. *HNO*, 1979;27:285-291.
- [61] Yardley L.: Motion sickness susceptibility and the utilisation of visual and otolithic information for orientation. *European Archives Otorhinolaryngology*, 1990;247:300-304.
- [62] Schmal F., Stoll W.: Kinetosen. *HNO*, 2000;48:346-356.
- [63] Wood R.: The 'haunted swing' illusion. *Psychology Review*, 1895;2:277-278.

- [64] Jonson D.: Introduction to and Review of simulator Sickness Research.. U.S. Army Research Institute for the Behavioral and Social Sciences. Research Report 1832. Arlington, 2005:22.
- [65] Cybulski M., Rzeźniczek P., Bilski B.: Choroba symulatorowa i Simulator Sickness Questionnaire w polskiej praktyce. Badania kierowców zawodowych podlegających obowiązkowym kursom kwalifikacji wstępnej i okresowej. *Medycyna Pracy*, 2020;71(1):47-58.
- [66] Biernacki M., Dziuda Ł.: Choroba symulatorowa jako realny problem badań na symulatorach. *Medycyna Pracy*, 2012;63(3):377-388.
- [67] Dziuda Ł., Biernacki M.P., Baran P.M., Truszczyński O.E.: The effects of simulated fog and motion on simulator sickness in a driving simulator and the duration of after-effects. *Apply Ergonomy*, 2014;45(3):406-412.
- [68] Alleydog, serwis on-line: www.alleydog.com/glossary/definition.php?term=Sensory+Conflict+Theory. Dostęp 3.01.2021 r.
- [69] Muth E.R.: The challenge of uncoupled motion: Duration of cognitive and physiological aftereffects. *Human Factors*, 2009;51(5):752-761.
- [70] Benson A.J.: Motion sickness. In: Ernsting's Aviation Medicine, 2006:459-475.
- [71] Bos J.E., Bles W., Groen E.L.: A theory on visually induced motion sickness. *Displays*, 2008;29(2):47-57.
- [72] Stoffregen T.A., Hettinger L.J., Haas M.W., Roe M.M., Smart L.J.: Postural instability and motion sickness in a fixed-base flight simulator. *Human Factors*, 2000;42(3):458-469.
- [73] Stoffregen T.A., Smart L.J. Jr.: Postural instability precedes motion sickness. *Brain Research Bulletin*, 1998;47(5):437-448.
- [74] Ebenholtz S.M.: Motion sickness and oculomotor systems in virtual environments. *Presence*, 1992;1(3):302-305.
- [75] Chung S.C., You J.H., Kwon J.H., Lee B. i wsp.: Differences in psychophysiological responses due to simulator sickness sensitivity. *World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering*. Seul, Korea. Springer, Berlin, Heidelberg, 2006: 1218-1221.

- [76] Sinitski E.H., Thompson A.A., Godsell P., Honey J., M Besemann.: Postural stability and simulator sickness after walking on a treadmill in a virtual environment with a curved display. *Displays*, 2018;52:1-7.
- [77] Bruck S., Watters P.A.: The factor structure of cybersickness. *Displays*, 2011;32:153-158.
- [78] Sharples S., Cobb S., Moody A., Wilson J.R.: Virtual reality induced symptoms and effects (VRISE): Comparison of head mounted display (HMD), desktop and projection display systems. *Displays*, 2008;29(2):58-69.
- [79] Drexler J.M.: Identification of system design features that affect sickness in virtual environments [praca doktorska]. University of Central Florida, Orlando (Florida), 2006.
- [80] Kennedy R.S., Lane N.E., Berbaum K.S., Lilienthal M.G.: Simulator Sickness Questionnaire: An enhanced method for quantifying simulator sickness. *International Journal Aviation*, 1993;3(3):203-220.
- [81] Griffin MJ., Newman MM.: Visual field effects on motion sickness in cars. *Aviation Space Environmental Medicine*, 2004;75:739-748.
- [82] Yen Pik Sang FD., Billar JP., Golding JF., Gresty MA.: Behavioral methods of alleviating motion sickness: effectiveness of controlled breathing and a music audiotape. *Journal Travel Medicine*, 2003;10:108-111.
- [83] Ming JL., Kuo BI., Lin JG., Lin LC.: The efficacy of acupressure to prevent nausea and vomiting in post-operative patients. *Journal of Advanced Nursing*, 2002;39:343-351.
- [84] Alkaissi A., Ledin T., Odkvist LM., Kalman S.: P6 acupressure increases tolerance to nauseogenic motion stimulation in women at high risk for PONV. *Canadian Journal Anaesthesiology*, 2005;52:703-709.
- [85] Frey UH., Funk M., Lohlein C., Peters J.: Effect of P6 acustimulation on post-operative nausea and vomiting in patients undergoing a laparoscopic cholecystectomy. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, 2009;53:1341-1347.
- [86] Frey UH., Scharmann P., Lohlein C., Peters J.: P6 acustimulation effectively decreases postoperative nausea and vomiting in high-risk patients. *British Journal of Anaesthesia*, 2009;102:620-625.
- [87] Barsoum G., Perry EP., Fraser IA.: Postoperative nausea is relieved by acupressure. *Journal of the Royal Society Medicine*, 1990;83:86-89.

- [88] Bertolucci LE., DiDario B.: Efficacy of a portable acustimulation device in controlling seasickness. *Aviation Space Environmental Medicine*, 1995; 66:1155-1158.
- [89] Bruce DG., Golding JF., Hockenhull N., Pethybridge RJ.: Acupressure and motion sickness. *Aviation Space Environmental Medicine*, 1990;61:361-365.
- [90] O'Brien B., Relyea MJ., Taerum T.: Efficacy of P6 acupressure in the treatment of nausea and vomiting during pregnancy. *American Journal Obstetrics and Gynecology*, 1996;174:708-715.
- [91] Dundee JW., Sourial FB., Ghaly RG., Bell PF.: P6 acupressure reduces morning sickness. *Journal of the Royal Society Medicine*, 1988;81:456-457.
- [92] Hu S., Stritzel R., Chandler A., Stern RM.: P6 acupressure reduces symptoms of vection-induced motion sickness. *Aviation Space Environmental Medicine*, 1995;66:631-634.
- [93] Stern RM., Jokerst MD., Muth ER., Hollis C.: Acupressure relieves the symptoms of motion sickness and reduces abnormal gastric activity. *Alternative Therapy Health Medicine*, 2001;7:91-94.
- [94] Miller KE., Muth ER.: Efficacy of acupressure and acustimulation bands for the prevention of motion sickness. *Aviation Space Environmental Medicine*, 2004;75:227-234.
- [95] Bertalanffy P., Hoerauf K., Fleischhackl R. I wsp.: Korean hand acupressure for motion sickness in prehospital trauma care: a prospective, randomized, double-blinded trial in a geriatric population. *Anesthesia and Analgesia*, 2004;98:220-223.
- [96] Golding JF., Prosyankova O., Flynn M., Gresty MA.: The effect of smoking nicotine tobacco versus smoking deprivation on motion sickness. *Autonomic Neuroscience*, 2011;160:53-58.
- [97] Groen J.: Adaptation. *Practica Otorhinolaryngol*, 1957;19:524.
- [98] Oosterveld WJ.: Motion sickness. *Journal Travel Medicine*, 1995;2:182-185.
- [99] Reason JT., Brand JJ.: Motion Sickness. London Academic Press, 1975; 277-296.
- [100] McIntosh IB.: Motion sickness – questions and answers. *Journal Travel Medicine*, 1998;5:89-91.
- [101] Ruckenstein MJ., Harrison RV.: Motion sickness. Helping patients tolerate the ups and downs. *Postgraduate Medical Journal*, 1991;89:139-144.

- [102] Helling K., Westhofen M.: Experimental studies of motion sickness on board of a researchship. *HNO*, 1994;42:214-219.
- [103] Held R.: Exposure history as a factor in maintaining stability of perception and coordination. *Journal of Nervous Mental Disease*, 1961;132:26-32.
- [104] Moeller L., Lempert T.: Mal de débarquement: pseudo-hallucinations from vestibular memory. *Journal Neurology*, 2007;254:813-815.
- [105] Cha YH.: Mal de débarquement. *Seminars in Neurology*, 2009;29:520-527.
- [106] De Florio PT., Silbergleit R.: Mal de débarquement presenting in the emergency department. *Journal Emergency Medicine*, 2006;31:377-379.
- [107] Cha YH., Brodsky J., Ishiyama G., Sabatti C., Baloh RW.: Clinical features and associated syndromes of mal de débarquement. *Journal Neurology*, 2008;255:1038-1044.
- [108] Wood CD., Graybiel A.: A theory of motion sickness based on pharmacological reactions. *Clinical Pharmacology Therapeutics*, 1970;11:621-629.
- [109] Shupak A., Gordon CR.: Motion sickness: advances in pathogenesis, prediction, prevention, and treatment. *Aviation Space Environmental Medicine*, 2006;77:1213-1223.
- [110] Gordon CR., Gonen A., Nachum Z., Doweck I., Spitzer O., Shupak A.: The effects of dimenhy drinate, cinnarizine and transdermal scopolamine on performance. *Journal of Psychopharmacology*, 2001;15:167-172.
- [111] Schmäl F., Stoll W.: Medikamentöse Schwindeltherapie. *Laryngorhinootologie*, 2003;82:44-61.
- [112] Matsuoka I., Ito J., Takahashi H., Sasa M., Takaori S.: Experimental vestibular pharmacology: a mini review with special reference to neuroactive substances and antivertigo drugs. *Acta Otolaryngologica Supplementum*, 1984;419:62-70.
- [113] Becker G., Goossens H., Seemann K., Souchon F., Weitz T.: Prevention of motion sickness with a transdermal therapeutic system containing scopolamine. A randomized, comparative double-blind study in the German Federal Navy (in German). *Deutsche Medicinische Wochenschrift*, 1984;109:1881-1885.
- [114] Murray JB.: Psychophysiological aspects of motion sickness. *Perceptual and Motor Skills*, 1997;85:1163-1167.

- [115] Nachum Z., Shahal B., Shupak A., Spitzer O., Gonen A., Beiran I., Lavon H., Eynan M., Dachir S, Levy A: Scopolamine bioavailability in combined oral and transdermal delivery. *Journal of Pharmacology Experimental Therapeutics*, 2001;296:121-123.
- [116] Klocker N., Hanschke W., Toussaint S., Verse T.: Scopolamine nasal spray in motion sickness: a randomised, controlled, and crossover study for the comparison of two scopolamine nasal sprays with oral dimenhydrinate and placebo. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2001;13:227-232.
- [117] Simmons RG., Phillips JB., Lojewski RA., Wang Z., Boyd JL., Putcha L.: The efficacy of low-dose intranasal scopolamine for motion sickness. *Aviation Space and Environmental Medicine*, 2010;81:405-412.
- [118] Gray L., Carliner P.: The prevention and treatment of motion sickness. *Science*, 1949;109:359.
- [119] Wood CD., Kennedy RE., Graybiel A., Trum R., Wherry RJ.: Clinical effectiveness of anti-motion-sickness drugs. Computer review of the literature. *JAMA*, 1966;198:1155-1158.
- [120] Weinstein SE., Stern RM.: Comparison of marezine and dramamine in preventing symptoms of motion sickness. *Aviation Space Environmental Medicine*, 1997;68:890-894.
- [121] Kohl RL.: Failure of metoclopramide to control motion sickness or nausea due to stressful angular or linear acceleration. *Aviation Space Environmental Medicine*, 1987;58:125-131.
- [122] Rubio S., Weichenthal L., Andrews J.: Motion sickness: comparison of metoclopramide and diphenhydramine to placebo. *Prehospital Disaster Medicine*, 2011;26:305-309.
- [123] Marcus DA., Furman JM., Balaban CD.: Motion sickness in migraine sufferers. *Expert Opinion Pharmacotherapy*, 2005;6:2691-2697.
- [124] Drummond PD.: Effect of tryptophan depletion on symptoms of motion sickness in migraineurs. *Neurology*, 2005;65(4):620-2.
- [125] Marcus DA., Furman JM.: Prevention of motion sickness with rizatriptan: a double blind, placebo-controlled pilot study. *Medical Science Monitor*, 2006;12:I1-I7.

- [126] Lucertini M., Mirante N., Casagrande M., Trivelloni P., Lugli V.: The effect of cinnarizine and cocculus indicus on simulator sickness. *Physiology and Behavior*, 2007;91:180-190.
- [127] Grontved A., Brask T., Kambskard J., Hentzer E.: Ginger root against seasickness. A controlled trial on the open sea. *Acta Oto-laryngologica*, 1988;105:45-49.
- [128] Holtmann S., Clarke AH., Scherer H., Hohn M.: The anti-motion sickness mechanism of ginger. A comparative study with placebo and dimenhydrinate. *Acta Oto-laryngologica*, 1989;108:168-174.
- [129] Mowrey DB., Clayson DE.: Motion sickness, ginger, and psychophysics. *Lancet*, 1982:655-657.
- [130] Lien HC., Sun WM., Chen YH., Kim H., Hasler W., Owyang C.: Effects of ginger on motion sickness and gastric slow-wave dysrhythmias induced by circular vection. *American Journal Physiology Gastrointestinal Liver Physiology*, 2003;284:G481-G489.
- [131] Chrubasik S., Pittler MH., Roufogalis BD.: *Zingiberis rhizoma*: a comprehensive review on the ginger effect and efficacy profiles. *Phytomedicine*, 2005;12:684-701.
- [132] Novamed, serwis on-line: www.novamed.pl/contec-cms50d-pulsoksymetr. Dostęp: 23.05.2021 r.
- [133] Stanley F.: Niedociśnienie ortostatyczne. Stany nagłe w gabinetach stomatologicznych, 2004;7(132):127-134.
- [134] Medycyna Praktyczna, serwis on-line: www.mp.pl/pacjent/nadcisnienie/lista/67549,podwyzszone-cisnienie-rozkurczowe Dostęp: 15.03.2022 r.
- [135] Biernacki MP., Kennedy RS., Dziuda Ł. Zjawisko choroby symulatorowej oraz jej pomiar na przykładzie kwestionariusza do badania choroby symulatorowej - SSQ. *Medycyna Pracy*, 2016;67(4):545-555.

10. SPIS TABEL

Tabela 1. Kategorie prawa jazdy uczestników symulacji dachowania i symulacji zderzenia.....	44
Tabela 2. Analiza statystyczna wieku uczestników symulacji dachowania i symulacji zderzenia.....	45
Tabela 3. Analiza statystyczna stażu za kierownicą wśród uczestników symulacji dachowania i symulacji zderzenia.....	46
Tabela 4. Wyniki analizy statystycznej parametrów życiowych (RR - ciśnienie, HR - tętno, SpO2 - saturacja) dla symulacji dachowania.....	47
Tabela 5. Wyniki analizy statystycznej symptomów choroby symulatorowej (M - mdłości, ZO - zaburzenia okulomotoryczne, D - dezorientacja) dla symulacji dachowania.....	57
Tabela 6. Wyniki analizy statystycznej parametrów życiowych (RR - ciśnienie, HR - tętno, SpO2 - saturacja) dla symulacji zderzenia.....	58
Tabela 7. Wyniki analizy statystycznej symptomów choroby symulatorowej (M - mdłości, ZO - zaburzenia okulomotoryczne, D - dezorientacja) dla symulacji zderzenia.....	66
Tabela 8. Ocena wpływu symulacji na zmianę zachowań w ruchu drogowym.....	74
Tabela 9. Deklaratywna ocena wpływu symulacji dachowania na zmianę w zakresie bezpieczeństwa ruchu drogowego.....	75
Tabela 10. Ocena wpływu symulacji zderzenia na zmianę nawyków bezpieczeństwa ruchu drogowego.....	76

11. SPIS RYCIN

Rycina 1. Staż jako kierowca wśród uczestników symulacji dachowania.....	44
Rycina 2. Staż jako kierowca wśród uczestników symulacji zderzenia.....	45
Rycina 3. Zmiana wartości ciśnienia skurczowego wśród uczestników symulacji dachowania.....	48
Rycina 4. Zmiana wartości ciśnienia rozkurczowego wśród uczestników symulacji dachowania.....	50
Rycina 5. Zmiana wartości tętna wśród uczestników symulacji dachowania.....	51
Rycina 6. Zmiana wartości saturacji wśród uczestników symulacji dachowania.....	53
Rycina 7. Zmiana wartości symptomów zaburzeń okulomotorycznych wśród uczestników symulacji dachowania.....	54
Rycina 8. Zmiana wartości symptomów dezorientacji wśród uczestników symulacji dachowania.....	55
Rycina 9. Zmiana wartości wyniku ogólnego wśród uczestników symulacji dachowania.....	56
Rycina 10. Choroba symulatorowa – symulacja dachowania.....	56
Rycina 11. Zmiana wartości ciśnienia skurczowego wśród uczestników symulacji zderzenia.....	59
Rycina 12. Zmiana wartości ciśnienia rozkurczowego wśród uczestników symulacji zderzenia.....	60
Rycina 13. Zmiana wartości tętna wśród uczestników symulacji zderzenia.....	62
Rycina 14. Zmiana wartości saturacji wśród uczestników symulacji zderzenia.....	63
Rycina 15. Zmiana wartości symptomów dezorientacji wśród uczestników symulacji zderzenia.....	64
Rycina 16. Zmiana wartości wyniku ogólnego wśród uczestników symulacji zderzenia.....	65
Rycina 17. Choroba symulatorowa - symulacja zderzenia.....	66

Rycina 18. Wartość ciśnienia skurczowego wśród uczestników, przed symulacjami dachowania i zderzenia.....	68
Rycina 19. Wartość ciśnienia rozkurczowego wśród uczestników, przed symulacjami dachowania i zderzenia.....	69
Rycina 20. Wartość tętna wśród uczestników przed, symulacjami dachowania i zderzenia.....	70
Rycina 21. Wartość saturacji wśród uczestników, przed symulacjami dachowania i zderzenia.....	71
Rycina 22. Wartość tętna wśród uczestników, po symulacjach dachowania i zderzenia.....	72
Rycina 23. Deklaratywna zmiana nawyków bezpieczeństwa, po przebytych symulacjach dachowania i zderzenia.....	77

12. SPIS FOTOGRAFII

Fotografia 1. Symulator dachowania (fotografia własna).....	33
Fotografia 2. Symulator zderzenia (fotografia własna).....	34

13. ZAŁĄCZNIKI

Załącznik 1. Formularz świadomej zgody - symulacja dachowania i zderzenia.

 **ŠKODA Auto Lab**

OŚWIADCZENIE
PROSIMY O CZYTELNE WYPEŁNIENIE

Imię _____

Nazwisko _____

☐ oświadczam, iż jestem osobą pełnoletnią i zapoznałem się z warunkami udziału w symulatorze dachowania

☐ oświadczam, iż jestem osobą niepełnoletnią, zapoznałem się z warunkami udziału w symulatorze dachowania

Symulator dachowania

Niniejszym oświadczam, że:

1. Mam świadomość ryzyka wiążącego się z udziałem w **symulacji dachowania** oraz zobowiązuję się do postępowania zgodnie ze wskazówkami instruktora oraz z zachowaniem zasad bezpieczeństwa.

2. Nie znajduję się pod wpływem alkoholu lub środków działających podobnie do alkoholu.

3. Przyjmuję do wiadomości, iż zabrania się korzystania z **symulatora dachowania**:

- osobom w złej kondycji zdrowotnej
- osobom posiadającym problemy kardiologiczne
- kobietom w ciąży
- osobom noszącym protezy
- osobom poniżej 150 cm wzrostu
- osobom ważącym mniej niż 40 kg i więcej niż 120 kg
- osobom z uszkodzeniami kręgow szyjnych, głowy, szyi, klatki piersiowej, brzucha, kręgosłupa, krążków międzykręgowych, nóg
- osobom z nadciśnieniem tętniczym
- osobom z chorobą lokomocyjną

4. Ponoszę pełną odpowiedzialność formalno-prawną wynikającą z uczestnictwa w **symulacji dachowania** organizowanej przez Volkswagen Group Polska Sp. z o.o. oraz biorę w niej udział na własne ryzyko.

Ponadto oświadczam, że:

Roden Event Sp. z o.o. Sp. k. z siedzibą w Poznaniu ul. Opłaski 21 KRS: 000698992, NIP: 7752471315, REGON: 368463332, jako administrator danych osobowych, informuje Panią/ Pana, iż podanie danych jest niezbędne w celu realizacji symulacji. Podanie danych wynika z uprzednio określonego celu administratora danych, jakim jest przeprowadzenie symulacji. Dane osobowe będą przechowywane przez okres niezbędny do prawidłowej realizacji umowy, a także w przypadku zgód marketingowych - do czasu odwołania zgody, jak również zgodnie z innymi obowiązującymi przepisami prawa. Inspektorem ochrony danych w Roden Event Sp. z o.o. Sp. k. jest p. Krystian Erens, lod@szkolka-autopl. Posiada Pani/Pan prawo dostępu do treści swoich danych - ich sprostowania, usunięcia, ograniczenia przetwarzania, prawo do przeniesienia danych, prawo do cofnięcia zgody w dowolnym momencie bez wpływu na zgodność z prawem przetwarzania. Dane mogą być udostępniane przez administratora danych podmiotom upoważnionym do uzyskania powyższych informacji. Podane dane będą przetwarzane zgodnie z treścią ogólnego rozporządzenia o ochronie danych. Ma Pani/Pan prawo wniesienia skargi do Prezesa Urzędu Ochrony danych Osobowych (PUODO) gdy uzna Pani/Pan, iż przetwarzanie danych osobowych Pani/Pana dotyczących narusza przepisy ogólnego rozporządzenia o ochronie danych osobowych z dnia 27 kwietnia 2016 r. Ponadto powołuje się na prawie uszczegółowy cel administratora danych wyraża Pani/Pan zgodę na przetwarzanie moich danych osobowych podanych powyżej w celach marketingowych przez Roden Event Sp. z o.o. Sp. k. z siedzibą w Poznaniu ul. Opłaski 21.

.....
Data

.....
Podpis uczestnika,
rodzica, lub opiekuna prawnego

www.skodaaautolab.pl

 **ŠKODA Auto Lab**

OŚWIADCZENIE
PROSIMY O CZYTELNE WYPEŁNIENIE

Imię _____

Nazwisko _____

☐ oświadczam, iż jestem osobą pełnoletnią i zapoznałem się z warunkami udziału w symulatorze zderzeń

☐ oświadczam, iż jestem osobą niepełnoletnią, zapoznałem się z warunkami udziału w symulatorze zderzeń

Symulator zderzeń

Niniejszym oświadczam, że:

1. Mam świadomość ryzyka wiążącego się z udziałem **symulacji zderzeń**, oraz zobowiązuję się do postępowania zgodnie ze wskazówkami instruktora oraz z zachowaniem zasad bezpieczeństwa.

2. Nie znajduję się pod wpływem alkoholu lub środków działających podobnie do alkoholu.

3. Przyjmuję do wiadomości, iż zabrania się korzystania z **symulatora zderzeń**:

- osobom w złej kondycji zdrowotnej
- osobom posiadającym problemy kardiologiczne
- kobietom w ciąży
- osobom noszącym protezy
- osobom poniżej 150 cm wzrostu
- osobom ważącym mniej niż 40 kg i więcej niż 120 kg
- osobom z uszkodzeniami kręgow szyjnych, głowy, szyi, klatki piersiowej, brzucha, kręgosłupa, krążków międzykręgowych, nóg
- osobom z nadciśnieniem tętniczym
- osobom z chorobą lokomocyjną

4. Ponoszę pełną odpowiedzialność formalno-prawną wynikającą z uczestnictwa w **symulacji zderzeń** organizowanej przez Volkswagen Group Polska Sp. z o.o. oraz biorę w niej udział na własne ryzyko.

Ponadto oświadczam, że:

Roden Event Sp. z o.o. Sp. k. z siedzibą w Poznaniu ul. Opłaski 21 KRS: 000698992, NIP: 7752471315, REGON: 368463332, jako administrator danych osobowych, informuje Panią/ Pana, iż podanie danych jest niezbędne w celu realizacji symulacji. Podanie danych wynika z uprzednio określonego celu administratora danych, jakim jest przeprowadzenie symulacji. Dane osobowe będą przechowywane przez okres niezbędny do prawidłowej realizacji umowy, a także w przypadku zgód marketingowych - do czasu odwołania zgody, jak również zgodnie z innymi obowiązującymi przepisami prawa. Inspektorem ochrony danych w Roden Event Sp. z o.o. Sp. k. jest p. Krystian Erens, lod@szkolka-autopl. Posiada Pani/Pan prawo dostępu do treści swoich danych - ich sprostowania, usunięcia, ograniczenia przetwarzania, prawo do przeniesienia danych, prawo do cofnięcia zgody w dowolnym momencie bez wpływu na zgodność z prawem przetwarzania. Dane mogą być udostępniane przez administratora danych podmiotom upoważnionym do uzyskania powyższych informacji. Podane dane będą przetwarzane zgodnie z treścią ogólnego rozporządzenia o ochronie danych. Ma Pani/Pan prawo wniesienia skargi do Prezesa Urzędu Ochrony danych Osobowych (PUODO) gdy uzna Pani/Pan, iż przetwarzanie danych osobowych Pani/Pana dotyczących narusza przepisy ogólnego rozporządzenia o ochronie danych osobowych z dnia 27 kwietnia 2016 r. Ponadto powołuje się na prawie uszczegółowy cel administratora danych wyraża Pani/Pan zgodę na przetwarzanie moich danych osobowych podanych powyżej w celach marketingowych przez Roden Event Sp. z o.o. Sp. k. z siedzibą w Poznaniu ul. Opłaski 21.

.....
Data

.....
Podpis uczestnika,
rodzica, lub opiekuna prawnego

www.skodaaautolab.pl

Załącznik 2. Autorski kwestionariusz deklaratywności w kontekście wpływu symulacji dachowania i zderzenia na zmianę zachowań i postaw względem ruchu drogowego i bezpieczeństwa ruchu drogowego.

Kwestionariusz oceny bezpieczeństwa:

1. Wiek

2. Płeć

3. Najwyższa kategoria prawa jazdy

4. Staż za kierownicą (w latach)

5. Liczba km przejechanych w ostatnim roku (jako kierowca, służbowo i prywatnie)

- Do 5 tys. km
- 11-20 tys. km
- 11-20 tys. km
- 21-50 tys. km
- pow. 50 tys. km

6. Na ile Twoim zdaniem jest prawdopodobne, że udział w symulacji zderzenia i dachowania wpływa na zmianę zachowań kierowców na drogach?

(na skali od 0 do 5, gdzie 0 oznacza brak wpływu, zaś 5 – wpływ bardzo duży)

0 1 2 3 4 5

7. W jakim zakresie udział w symulacji dachowania wpłynie na:

(na skali od 0 do 5, gdzie 0 oznacza brak wpływu, zaś 5 – bardzo duży wpływ)

a) Twój styl kierowania samochodem? (ogólnie)

0 1 2 3 4 5

b) Twoją większą dbałość o bezpieczeństwo bierne w samochodzie (zapinanie pasów, ustawienia zagłówków, ustawienia fotela i kierownicy, prawidłowe zapinanie dziecka)?

0 1 2 3 4 5

c) Baczniejsze przestrzeganie przez Ciebie przepisów ruchu drogowego?

0 1 2 3 4 5

d) Większą dbałość o Twoją kondycję psychiczną i fizyczną za kierownicą (unikanie jazdy w stanie przemęczenia, stresu, poirytowania, choroby)?

0 1 2 3 4 5

8. W jakim zakresie udział w symulacji zderzenia wpłynie na:

(na skali od 0 do 5, gdzie 0 oznacza brak wpływu, zaś 5 – bardzo duży wpływ)

a) Twój styl kierowania samochodem? (ogólnie)

0 1 2 3 4 5

b) Twoją większą dbałość o bezpieczeństwo bierne w samochodzie (zapinanie pasów, ustawienia zagłówków, ustawienia fotela i kierownicy, prawidłowe zapinanie dziecka)?

0 1 2 3 4 5

c) Baczniejsze przestrzeganie przez Ciebie przepisów ruchu drogowego?

0 1 2 3 4 5

d) Większą dbałość o Twoją kondycję psychiczną i fizyczną za kierownicą
(unikanie jazdy w stanie przemęczenia, stresu, poirytowania, choroby)?

0 1 2 3 4 5

Załącznik 3. 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 269/18

Na podstawie przepisów Ustawy z dnia 5 grudnia 1996 r. w szczególności lekarzy i lekarzy dentysty (Dz. U. z 2017, poz. 125 i późn. zm.); Rozporządzenia Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 11 maja 1998r. w sprawie szczegółowych zasad prowadzenia i finansowania oraz trybu działania Komisji Bioetycznych (Dz. U. Nr 47, poz. 488); Ustawy z dnia 6 września 2001r. Prawo farmaceutyczne (Dz. U. z 2016, poz. 2142 i późn. zm.); Rozporządzenie Ministra Finansów z dnia 19 kwietnia 2004r. w sprawie obowiązkowego ubezpieczenia odpowiedzialności cywilnej badacza i sponsoru (Dz. U. 2004 nr 101, poz. 1034 i późn. zm.); Rozporządzenie Ministra Finansów z dnia 18 maja 2005r. zmieniające rozporządzenie w sprawie obowiązkowego ubezpieczenia odpowiedzialności cywilnej badacza i sponsoru (Dz. U. Nr 101, poz. 845); Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 30 kwietnia 2004r. w sprawie sposobu prowadzenia badań klinicznych z udziałem pacjentów (Dz. U. 2004 Nr 104, poz. 1106); Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 30 kwietnia 2004r. w sprawie zgłaszania niepożądanego ciężkiego niepożądanego działania produktu leczniczego (Dz. U. Nr 104, poz. 1107); Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 17 lutego 2014 r. i w sprawie wzorów wniosków zgłoszonych z badaniami klinicznymi wyrobu medycznego lub aktywnego wyrobu medycznego do implantacji oraz wysokości opłat za dołączenie tych wniosków (Dz. U. z 2014 r., poz. 248); Ustawy z dnia 28 maja 2018 r. o wyrobach medycznych (Dz. U. z 2017r. poz. 111, z późn. zm.); Rozporządzenie Ministra Finansów z dnia 6 października 2014 r. w sprawie obowiązkowego ubezpieczenia odpowiedzialności cywilnej sponsorów i badaczy klinicznych w związku z prowadzeniem badań klinicznych wyrobów (Dz. U. 2014, Nr 194, poz. 1238); Ustawy z dnia 18 marca 2011 r. o Urzędzie Rejestracji Produktów Leczniczych, Wyrobów Medycznych i Produktów Biologicznych (Dz. U. z 2018 r., poz. 1716); Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 3 maja 2012r. w sprawie Dobrej Praktyki Klinicznej (Dz. U. 2012, poz. 485); Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 2 maja 2012r. w sprawie wzorów dokumentów przekładanych w związku z badaniami klinicznymi produktu leczniczego oraz w sprawie wzorów i sposobu wnoszenia opłat za dołączenie wniosku o rozpoczęcie badania klinicznego (Dz. U. 2012, Nr 8, poz. 491); w sprawie o Deklarację Niezależności - Zasady Rzymskiego Podporządkowania w Ekspertyzowaniu Medycznym i Umiejętności Leczniczej oraz przepisy ACI GCP.

Komisja Bioetyczna, na posiedzeniu w dniu 08 marca 2018 r.

rozpatrzyła wniosek dotyczący prowadzenia badań naukowych.

Kierownik projektu: dr hab. n. o zdr. Bartosz Biłski

Miejsce prowadzenia badań:

**Katedra i Zakład Medycyny Ratunkowej Uniwersytetu Medycznego
w Poznaniu oraz Interaktywne Centrum Bezpieczeństwa**

Główny badacz: mgr Piotr Rzeźniczek

Członkowie zespołu

badawczego:

dr Marcin Cybulski

dr hab. n. med. Zbigniew Żaba

dr Roland Podlewski

dr hab. n. med. Czesław Żaba

Michał Kuzemczak

Temat badań:

„Analiza parametrów życiowych wśród uczestników kontrolowanej symulacji dachowania i symulacji zderzenia oraz ich wpływ na zmianę świadomości bezpieczeństwa jazdy”.

Komisja wydała uchwałę o pozytywnym zaopiniowaniu tego wniosku

Przewodniczący Komisji

prof. zw. dr hab. med. Paweł Chęciński