

Sławomira Fenger- Woźnicka

**Rozwój prenatalny oczodołu u
człowieka**

Praca doktorska

Promotor: prof. dr hab. Witold Woźniak

Katedra i Zakład Anatomii Prawidłowej Uniwersytetu
Medycznego

im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

Kierownik: prof. dr hab. Małgorzata Bruska

Poznań 2013 rok

Spis Treści:

	str.
I. Wstęp.....	3
II. Cel pracy.....	8
III. Materiał i metody.....	9
IV. Wyniki własne.....	21
V. Dyskusja.....	34
VI. Wnioski.....	40
VII. Piśmiennictwo.....	41
VIII. Spis rycin.....	50
IX. Streszczenie.....	54
X. Summary.....	56

I. Wstęp

Wzrost objętości mózgowia i narządów zmysłów w trakcie ewolucji kręgowców spowodował zmiany proporcji części mózgowej i twarzowej czaszki. Na zmiany te wpłynęła także zmiana kąta podstawy czaszki, który u naczelnych otwarty jest ku dołowi (18, 19, 55, 57).

W rozwoju zarodkowym i płodowym człowieka intensywny wzrost mózgowia i narządów zmysłów determinuje rozwój czaszki. W okresie postnatalnym głównym czynnikiem determinującym ten rozwój jest wzrost narządu żucia. (82), w którym szczęka i żuchwa stanowią jeden moduł mezodermy od podstawy czaszki (105).

Całkowite oddzielenie oczodołu od części mózgowej i twarzowej czaszki nastąpiło późno w rozwoju filogenetycznym zwierząt. U płazów oczodoły otwierają się do jamy gardłowej, u gadów oczodoły tworzą z dołem skroniowym wspólny dół oczodołowo- skroniowy, ku tyłowi od którego znajduje się mięsień skroniowy. U gryzoni, zajęczaków i niektórych kopytnych (świnia, krowa), oraz u słońiowatych i mięsożernych, dół oczodołowo- skroniowy jest szeroko otwarty, zapewniając duże rozwarście szczęk. U konia i niektórych jeleniowatych oczodoły są zamknięte, a brzegi ich są bardzo wzmocnione, zabezpieczając oko przed urazami (36, 49, 82).

U ptaków, posiadających bardzo duże gałki oczne, szerokie oczodoły są oddzielone od siebie w płaszczyźnie pośrodkowej jedynie przez cienką przegrodę międzyoczodołową. Gałki oczne wypełniają całkowicie oczodoły, uniemożliwiając ich dużą ruchomość, która jest kompensowana dużą ruchomością głowy i szyi (20, 35).

U naczelnych, oczodół stanowi bardziej samodzielny jamę czaszki i tworzy go wiele kości. Szczególnemu poszerzeniu ulega ściana

przyśrodkowa, która jest ustawiona prawie strzałkowo i utworzona od przodu ku tyłowi przez: wyrostek czołowy szczęki, kość łzową, blaszkę oczodołową błędnika sitowego i część powierzchni bocznej trzonu kości klinowej.

Dokładne badania oczodołu u naczelnych przeprowadził Schultz (83). Wykazał w nich, że u szympansa i gibona oczodoły przesuwają się ku przodowi w stosunku do części mózgowej czaszki. Wykazał także, że duże ssaki naczelne mają także znacznie mniejsze oczodoły w porównaniu z mniejszymi naczelnymi, a także większe oczodoły posiadają osobniki płci żeńskiej. Z badań Schultza wynika, iż nie ma proporcjonalnej zależności między wielkością gałki ocznej, a pojemnością oczodołu.

Kontrowersyjne wyniki badań przedstawili autorzy wielu prac doświadczalnych oraz obserwacji klinicznych (4, 44, 45, 50, 51, 75, 80, 95, 97).

Badali oni zależność wzrostu oczodołów od wielkości gałki ocznej. Limborgh i Tonneyek- Muller (50) usuwali jedną lub obydwie gałki oczne u zarodków kurzych. W grupie kontrolnej korelacja pomiędzy rozwojem oka i oczodołu występowała od dziesiątego dnia rozwoju. Pomędzy jedenastym i siedemnastym dniem oczodół wzrastał znacznie szybciej w porównaniu do wzrostu gałki ocznej. Po siedemnastym dniu wzrost oczodołu był powolny. Po stronie usuniętego oka oczodół był znacznie mniejszy.

Kennedy (44, 45) prześledził wymiary oczodołu u ludzi, którzy stracili jedno oko w okresie niemowlęcym lub w dzieciństwie. Cefalometria rentgenowska wykazała zmniejszenie objętości oczodołu do 15% w przypadkach, w których nie zastosowano protezy oraz do 8% w przypadkach z zastosowaną protezą.

Sarnat (80) opisał przypadek 16-letniego chłopca u którego usunięto obie gałki oczne w wieku dwóch lat z powodu guza siatkówki. Stwierdził u tego chłopca znaczne zaburzenia rozwoju oczodołu oraz części środkowej twarzy. Z obserwacji Taylora (95) wynika, że usunięcie gałki ocznej do piątego roku życia powoduje zmniejszenie wymiarów wejścia do oczodołu o 15%. Enukleacja gałki po dziewiątym roku życia nie wpływa na wzrost oczodołu.

Moore i Lavelle (55) porównywali oczodoły szympansa i człowieka. Z badań wymienionych autorów wynika, że u płodów ludzkich gałka oczna zajmuje około 75% objętości oczodołu, a u dorosłego 32%. U płodów szympansa gałka oczna zajmuje prawie 92% objętości oczodołu, a u dorosłych szympanсів tylko 24%. Różnice te związane są z rozwojem mięśni oka oraz tkanki tłuszczowej.

Z badań doświadczalnych Washburna i Detwillera (103) oraz Twitty i Elliota (97) wynika, że w rozwoju oczodołu u człowieka można wyróżnić trzy okresy. W pierwszym, wczesnym okresie szybko rosnąca gałka oczna wpływa na rozwijające się części błoniaste i chrzęstne czaszki. W drugim okresie gałki oczne nadal rosną intensywnie, jednakże otaczające je części chrzęstne stopniowo kostnieją, stąd też wpływ rosnących gałek ocznych na zwiększenie objętości oczodołu jest ograniczony. Okres trzeci charakteryzuje bardzo powolny wzrost gałek ocznych, a oczodół zwiększa pojemność niezależnie od wzrostu gałki ocznej. Wymienieni autorzy nie podają jednakże czasu trwania poszczególnych okresów.

Birnhultz (6) wykazał zależności pomiędzy zredukowanymi wymiarami oka a opóźnionym rozwojem mózgowia. Brak ciała modelowego oraz zespół Downa powodują zmniejszenie objętości oka. Mięśnie, naczynia i nerwy oczodołu mają także wpływ na jego

rozwój. Varrela i Koski (100) dowodzą, iż zakończenia nerwowe tworzą przewodnicę dla okostnej w jej aktywności w rozwoju kości.

Seiji i wsp. (84) badając oczodoły w okresie postnatalnym wykazali, że w okresie od urodzenia do drugiego roku życia występuje asymetria w 2,4%.

Badania rozwoju oczodołu u człowieka obejmują głównie jego pomiary (12, 16, 17, 23, 28, 31, 37, 42, 73, 96). Mayden i wsp. (54) dowodzą, iż pomiary oczodołu w okresie płodowym mogą być przydatne do określenia wieku płodów oraz w diagnostyce prenatalnej.

Szereg prac poświęcono rozwojowi gałki ocznej (7, 52 63-66) oraz części składowych jej ściany, spośród których opisano rozwój rogówki (32, 39, 89), naczyniówki (33) ciała rzęskowego (92), siatkówki (60, 63, 88, 90, 102), nerwu wzrokowego (53) oraz soczewki (91) i ciała szklistego (21). Wiele prac dotyczy rozwoju powiek (2, 3, 10, 74).

Badania rozwoju narządu wzroku wykonane zostały w wybranych okresach rozwoju wewnątrzmacicznego z niedokładnie określonym wiekiem, stąd też istnieje w wynikach tych badań wiele rozbieżności.

Brak jest również dokładnych badań dotyczących rozwoju wszystkich kości tworzących oczodół, szczególnie liczby punktów kostnienia i okresu, w którym rozpoczyna się kostnienie. Prace te dotyczą głównie szczęki (5, 29, 46, 59, 86, 98, 108), kości czołowej (38) i podstawy czaszki (67, 110).

W obecnych badaniach postanowiono prześledzić rozwój narządu wzroku oraz kości tworzących oczodół, począwszy od 32 dnia rozwoju zarodkowego.

Wykonano także pomiary jednego oczodołu w badanych okresach oraz gałki ocznej. Te pojedyncze pomiary u zarodków i płodów służą do porównywania wzrostu gałek ocznych i oczodołów. Z uwagi na liczne

badania morfometryczne oczodołu, nie koncentrowano się szczegółowo na cechach metrycznych. Celem podjętych badań jest przedstawienie rozwoju oka i oczodołu, głównie w okresie zarodkowym i wczesnym płodowym. W późniejszych okresach rozwoju płodowego uwagę zwracano na wzrost kości tworzących oczodół, oraz zawartość oczodołu.

II. Cel pracy

Celem badań jest:

1. Opis rozwoju kości tworzących oczodoły z uwzględnieniem punktów kostnienia i okresu ich występowania.
2. Prześledzenie rozwoju gałki ocznej, począwszy od pęcherzyka ocznego do okresu formowania warstw siatkówki, z uwzględnieniem jej położenia w oczodole.
3. Prześledzenie rozwoju narządów dodatkowych oka.
4. Opis rozwoju naczyń, nerwów, przegrody oczodołowej, pochewki gałki ocznej i ciała tłuszczowego.

W rozwoju narządu wzroku i oczodołu uwzględniono istotne wydarzenia pojawiające się w poszczególnych okresach.

III. Materiał i metody

Badania przeprowadzono na materiale 29 zarodków i 78 płodów ze zbiorów Katedry i Zakładu Anatomii Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu.

Wiek zarodków określano według 23 międzynarodowych stadiów rozwojowych opracowanych w Instytucie Embriologii Carnegi w Davis, Kalifornia (68). Wiek ten wyrażano w dniach postowulacyjnych (tabela 1). Wiek płodów określano na podstawie pomiarów długości ciemieniowo-siedzeniowej i długości stopy i wyrażano go w tygodniach postowulacyjnych.

Zarodki, w wieku od 32 do 56 dni (stadia rozwojowe 13- 23), zatapiano w całości w parafinie lub parapłacie i krojono seryjnie w 3 płaszczyznach: czołowej, poziomej i strzałkowej.

Dziewiętnaście płodów, w wieku od 9 do 14 tygodnia, odwapniano i zatapiano w całości w parafinie lub parapłacie i wykonywano seryjne skrawki w 3 płaszczyznach (tabela 2).

Dziewięć płodów, w wieku od 9. do 31. tygodnia po usunięciu narządów wewnętrznych, przeznaczono do barwienia alizaryną (tabela 3).

U 50 płodów, w wieku od 9. do 40. tygodnia preparowano wejście do oczodołu oraz zawartość oczodołu (tabela 4). Uwidacziano brzegi wejścia w celu wykonania pomiarów (ryc. 1 i 2). Następnie usuwano część oczodołową kości czołowej, uwidaczniając mięśnie oka oraz naczynia i nerwy oczodołu (ryc. 3).

Po wykonaniu dokumentacji opisowej i fotograficznej pobierano gałkę oczną po jednej stronie (ryc. 5) i umieszczano ją w 0,9% roztworze soli na okres 5-7 dni, a następnie wykonywano pomiary. W przypadkach

nierównej powierzchni gałek wstrzykiwano, poprzez twardówkę 10% roztwór formaliny, uzyskując prawidłowe obwody.

Seryjne preparaty zarodków i płodów barwiono i impregnowano według następujących metod:

- 1) hematoksyliną i eozyną;
- 2) fioletem krezyłu według Nissla;
- 3) według metody Mallory'ego;
- 4) białczanem srebra według Bodiana;
- 5) azotanem srebra według Pearsona i O'Neilla;
- 6) azotanem srebra według Holmesa;
- 7) azotanem srebra według Ogawy.

Pomiary oczodołu u płodów wykonywano suwmiarką z noniusem od następujących punktów (ryc. 4):

- 1) wymiar poprzeczny wejścia określano od szwu czołowo- szczękowego do szwu czołowo- jarzmowego;
- 2) wymiar pionowy wejścia określano od brzegu nadoczodołowego w miejscu wcięcia nadoczodołowego do dolnego brzegu oczodołu, prostopadle do wymiaru poprzecznego;
- 3) wymiar podłużny oczodołu określano od wcięcia nadoczodołowego do początku kanału wzrokowego.

Pomiary powyższe przedstawiono w tabeli 5 i na wykresie (ryc. 6).

Pomiary gałki ocznej (pionowy, poprzeczny i przednio- tylny) w okresie zarodkowym wykonywano z zastosowaniem programu Axio Vision LE 4,5 pod mikroskopem Olympus Bx 40 oraz przy pomocy okularowej płytki mikrometrycznej w mikroskopie steREO Discovery V20 firmy Carl Zeiss.

Pomiary gałki ocznej u płodów wykonywano z zastosowaniem suwmiarki z noniusem. Wymiar poprzeczny i pionowy określano w płaszczyźnie

równika gałki, natomiast wymiar przednio- tylny wykonywano pomiędzy biegunami.

Wymiary gałki u zarodków i płodów przedstawiają tabele 6 i 7 oraz wykresy (ryc. 7 i 8).

Tabela 1

Długość, stadium rozwojowe oraz wiek w dniach postowulacyjnych badanych zarodków

Liczba zarodków	Długość ciemieniowo-siedzeniowa w mm	Stadium rozwojowe	Wiek w dniach postowulacyjnych
2	4.0	13	32
1	5.0	13	32
1	5.5	13	32
2	6,5	14	33
1	7.0	14	33
2	9.0	15	36
2	11.0	16	37
3	13.5	17	41
2	15.0	18	44
3	17.0	19	46
2	20.0	20	49
3	23.5	21	51
2	25.0	22	53
3	27.5	23	56
Razem 29			

Tabela 2

Długość ciemieniowo-rdzeniowa oraz wiek płodów zatopionych w całości w parasłacie skrojonych seryjnie

Liczba płodów	Długość ciemieniowo-rdzeniowa (si) w mm	Wiek w tygodniach
1	33	9
2	35	9
1	45	10
1	49	10
1	53	10
2	63	11
1	65	11
1	71	12
1	78	12
2	81	12
1	86	13
2	88	13
3	110	14
Razem 19		

Tabela 3

Długość ciemieniowo-siedzeniowa oraz wiek płodów barwionych alizaryną

Liczba płodów	Długość ciemieniowo-siedzeniowa (si) w mm	Wiek w tygodniach
1	36	9
1	52	10
1	68	11
1	78	12
1	88	13
1	110	14
1	125	15
1	171	19
1	281	31
Razem 9		

Tabela 4

Długość ciemieniowo-siedzeniowa oraz wiek badanych płodów od 9 do 40 tygodnia

Liczba płodów	Długość ciemieniowo-siedzeniowa (si) w mm	Wiek w tygodniach
1	36	9
2	46	10
2	50	10
1	69	11
1	77	12
1	80	12
1	88	13
1	95	13
2	105	14
1	119	15
1	125	15
1	135	16
1	139	16
1	140	17
1	145	17
1	150	17
1	155	18
1	165	18
2	180	19
1	185	19
2	190	20
1	195	21
1	205	22

Tabela 4 (ciąg dalszy)

Liczba płodów	Długość ciemieniowo-siedzeniowa (si) w mm	Wiek w tygodniach
1	215	23
1	227	24
1	230	24
1	235	25
1	250	26
2	255	27
1	260	28
1	266	29
2	270	20
1	285	31
1	286	31
1	292	32
1	305	33
1	310	34
1	315	35
1	325	36
1	330	37
1	335	38
1	338	39
1	345	40
Razem 50		

Tabela 5

Wymiary oczodołu u płodów od 9. do 40. tygodnia w mm.

Wiek w tygodniach	Wymiar poprzeczny wejścia	Wymiar pionowy wejścia	Wymiar podłużny (głębokość oczodołu)
9	4,2	2,6	2,6
10	5,1	4,2	3,8
11	7	6	5
12	8	6,5	6
13	9	6,8	7
14	9,5	7,2	9
15	10	7,3	10,1
16	11	7,6	11,2
17	12	8,5	13,1
18	12,6	9,5	13,5
19	13,2	10,5	14,5
20	14	11	15
21	14,3	11,6	16
22	15	12	17
23	16	12,5	17,5
24	16,5	13	19
25	17	13,8	19,5
26	17,5	14,2	20,5
27	18,1	15,1	22
28	19	15,8	22,5
29	20	16,2	23
30	20,5	17	24
31	21,1	17,5	25
32	22	18	26
33	22	18,5	26,5
34	22,3	18,9	27
35	23,1	18,4	28
36	23,5	20,3	28,5
37	24,1	21	29
38	24,6	22	29,7
39	25	22,5	30
40	25	23	30

Tabela 6

Wymiary gałki ocznej u zarodków w mm.

Stadium rozwojowe	Wymiar pionowy	Wymiar poprzeczny	Wymiar przednio - tylny
14	0,44	0,41	0,48
15	0,45	0,45	0,47
16	0,58	0,57	0,48
17	0,61	0,63	0,57
18	0,71	0,78	0,73
19	0,78	0,81	0,79
20	0,98	1,01	1,10
21	1,19	1,31	1,22
22	1,43	1,50	1,41
23	1,52	1,69	1,59

Tabela 7

Wymiary gałki ocznej u płodów od 9. do 40. tygodnia w mm.

Wiek w tygodniach	Wymiar pionowy	Wymiar poprzeczny	Wymiar przednio-tylny
9	1,8	2,7	1,9
10	3,2	3,4	3,4
11	4,8	5,4	4,7
12	5	5,7	5,4
13	5,3	6,1	6
14	5,7	6,5	6,2
15	6,2	6,8	6,6
16	7,1	7,7	6,7
17	8,1	8,2	7,2
18	9	9,5	9,4
19	9,7	10,1	9,9
20	10,4	11,5	10,5
21	11,2	11,8	11,2
22	11,3	11,9	11,4
23	11,5	12,2	11,4
24	12,4	13,1	11,7
25	13,1	14,5	12,5
26	13,6	14,7	12,9
27	13,7	14,8	13
28	13,8	14,8	13,5
29	14,2	15,1	14,1
30	14,6	16,2	15,3
31	15,4	16,6	16,2
32	16,1	16,9	16,4
33	16,3	17	16,6
34	16,4	17,1	16,6
35	16,4	17,4	16,8
36	16,5	17,8	17,5
37	16,7	17,9	17,7
38	17	18,2	17,7
39	17,1	18,3	17,8
40	17,1	18,3	18

Tabela 8

Kąt pomiędzy osiami wzrokowymi gałek ocznych u zarodków i płodów ludzkich od 5. do 10. tygodnia.

Długość Si w mm	Wiek w tygodniach	Kąt pomiędzy osiami wzrokowymi gałek ocznych
5.0	5	180°
11.0	6	160°
17.0	7	120°
25.0	8	100°
35.0	9	80°
53.0	10	70°

IV. Wyniki własne

We wczesnym okresie zarodkowym rozwoju twarzy oko odgrywa nieznaczną rolę ze względu na boczne położenie. Jest ono całkowicie otoczone przez ektomezenchymę, z której tworzy się większość kości oczodołu.

Mezenchyma ta jest częścią wyniosłości czołowo- nosowej oraz wyrostków szczękowych. Wczesny rozwój oczodołu stanowi więc mezenchyma obudowująca narząd wzroku, który w tym okresie całkowicie wypełnia przyszły oczodół. Ze względu na ścisły związek rozwijającego się oka i struktur tworzących oczodół opis rozwoju oczodołu przedstawiamy wspólnie z opisem rozwoju oka w poszczególnych stadiach rozwoju okresu zarodkowego. Bardziej szczegółowy opis rozwoju z uwzględnieniem stadiów uzasadniony jest także różnicowaniem dodatkowych struktur oka, stanowiących zawartość oczodołu i mających wpływ na rozwój oczodołu.

Zarodki w stadium 13 (długość 4-6 mm, 32 dni)

W tym stadium rozwoju głównym układem determinującym kształt zewnętrzny zarodka jest ośrodkowy układ nerwowy, którego kształt zewnętrzny warunkuje kontury ciała zarodka. Obydwa otwory nerwowe, łączące cewę nerwową z jamą owodni, są zamknięte. W obrębie części głowowej cewy nerwowej rozpoznać można 5 ostatecznych pęcherzyków mózgowych, w których widoczne są także neuromery.

Istotną częścią stanowiącą zarys przyszłej twarzy i szyi są łuki gardłowe, ponad którymi widoczne są zwoje nerwów czaszkowych, unerwiających wywodzące się z łuków struktury (ryc. 9). Zwój trójdzielny podzielony jest na część oczną i szczękowo- żuchwową (ryc. 10). W części

głowej od góry i od przodu uwypukla się wyniosłość czołowo- nosowa z zaznaczoną płytą nosową. Wyniosłość ta wspólnie z wyrostkami 1. łuku gardłowego jest zawiązkiem większości kości tworzących oczodół (ryc. 9).

Pomiędzy łukami gardłowymi znajdują się błony gardłowe, na których powierzchniach zewnętrznych wysłanych ektodermą są bruzdy gardłowe, a na powierzchniach wewnętrznych wysłanych endodermą są kieszonki gardłowe.

Pierwszy łuk gardłowy podzielony jest na wyrostek żuchwowy i szczękowy. Wyrostki żuchwowe, stanowiące zawiązek żuchwy ulegają połączeniu. Wyrostki szczękowe, z których rozwijają się dwie ważne kości tworzące oczodół, mianowicie szczęka i kość jarzmowa wzrastają przyśrodkowo.

Zawiązek gałki ocznej widoczny jest w postaci pęcherzyka ocznego, który u niektórych zarodków w tym stadium ulega zagłębieniu tworząc tarczę siatkówki. Obwodowo znajduje się zgrubienie ektodermy, stanowiące tarczę soczewki.

Pęcherzyk oczny stanowi uwypuklenie drugiego neuromeru międzymózgowia i jest połączony z przyszlą komorą III poprzez szeroki kanał zwany komorą oczną. Pęcherzyk oczny otoczony jest błoną podstawną, stanowiącą ciągłość z błoną otaczającą przodomózgowie. Tarcza soczewki spoczywa na błonie podstawnej i przylega do tarczy siatkówki lub pęcherzyka ocznego. Na obwodzie tarcza soczewki pokryta jest błoną podstawną.

Od tętnicy 3. łuku gardłowego odchodzi tętnica szyjna wewnętrzna przedłużająca się w tętnicę przednią mózgu. Od tej tętnicy widoczna jest już odchodząca tętnica oczna (ryc. 11). Ku dołowi i nieco grzbietowo od

pęcherzyka ocznego znajduje się skupisko mezodermy przedzuchwowej, stanowiącej zawiązek mięśnia prostego bocznego.

Zarodki w stadium 14 (długość 5-7 mm, 33 dni)

Płyty węchowe wyniosłości czołowo- nosowej ulegają zagłębieniu i tworzą się dołki węchowe ograniczone wyrostkami nosowymi przyśrodkowym i bocznym (ryc. 12).

Wyrostek szczękowy wzrasta ku przodowi i przyśrodkowo i wnika do niego nerw szczękowy (ryc. 13). Drugi łuk gardłowy wzrastając ku tyłowi przykrywa łuk trzeci i czwarty wytwarzając zatokę szyjną.

Pęcherzyk oczny ulega zagłębieniu i tworzy się kielich oczny, którego jama łączy się szeroko z komorą III (ryc. 14). Wgłębienie pęcherzyka ocznego postępuje od strony bocznej i rozciąga się do szypuły pęcherzyka, prowadząc do utworzenia szczeliny ocznej, przez którą wzrasta tętnica ciała szklanego (ryc. 16). Tarcza soczewki ulega również zagłębieniu tworząc dołek soczewki (ryc. 15).

Widoczne są zawiązki mięśnia skośnego górnego i prostego górnego (ryc. 16). Nerw odwodzący dochodzi do zawiązka mięśnia prostego bocznego. Nerw okoruchowy dochodzi również do zawiązka mięśnia prostego górnego.

Zarodki w stadium 15 (7-9mm, 36 dni)

Zarys głowy i tułowia w dalszym ciągu determinuje ośrodkowy układ nerwowy.

Wyrostki szczękowe łączą się z wyrostkami nosowymi bocznymi. W miejscu połączenia tworzą się bruzdy nosowo- szczękowe, w których

rozwijają się endodermalne grzebienie nosowo- łzowe, stanowiące zawiązki przewodów nosowo- łzowych.

Ektoderma pokrywająca pęcherzyk oczny oddziela się stopniowo od powstającego w tym stadium pęcherzyka soczewki. Pęcherzyk ten rozwija się z dołka soczewki. Tworzą się fałdy powiekowe oddzielone bruzdą powiekową od ektodermy pokrywającej kielich oczny (ryc. 17). Soczewkę otacza wyraźnie widoczna torebka (ryc. 18). Jama kielicha ocznego ulega zwężeniu, tworząc szczelinowatą przestrzeń.

W blaszce wewnętrznej kielicha ocznego widoczne są dwie warstwy: zewnętrzna, bliższa komorze kielicha, utworzona z komórek nerwowych dających początek warstwom siatkówki, oraz wewnętrzna zbudowana z wypustek komórek warstwy wewnętrznej. Warstwę zewnętrzną określa się jako pierwotną warstwę jądrzastą (ryc. 18).

Pomiędzy pęcherzykiem soczewki i warstwą wewnętrzną kielicha ocznego rozwija się pierwotne ciało szkliste zawierające liczne naczynia krwionośne, będące odgałęzieniami tętnicy ciała szklistego i stanowiące błonę naczyniową soczewki (ryc. 19).

Widoczne są żyły odprowadzające krew z rozwijającego się oka, mianowicie żyła środkowa międzymózgowia uchodząca do splotu przedniego opony twardej oraz pierwotna żyła szczękowa (ryc. 17).

Zarodki w stadium 16 (długość 8-11mm, 39 dni)

Powiększeniu ulega głowa w wyniku intensywnego wzrostu kresomózgowia i międzymózgowia. Kielich oczny otacza mezenchyma, w której widoczne są skupiska dające początek mięśniom i ścianom oczodołu.

Kielichy oczne ustawione są nadal w płaszczyźnie poziomej, pod kątem 180° (ryc. 20). Nabłonek powierzchniowy, stanowiący zawiązek nabłonka

rogówkowego przedniego, oddzielony jest od pęcherzyka soczewki (ryc. 21), którego światło posiada kształt litery D (ryc. 22). Przestrzeń pomiędzy wyżej wymienionymi strukturami stanowi zawiązek przedniej komory oka. Wokół szypuły ocznej, poza kielichem ocznym znajdują się skupiska mezenchymy, stanowiące ściany przyszłego kanału wzrokowego (ryc. 22). W blaszce zewnętrznej kielicha ocznego widoczna jest warstwa barwnikowa (ryc. 23). W pierwotnym cieple szklistym widoczne są rozgałęzienia tętnicy ciała szklistego, tworzące błonę naczyniową soczewki (23 i 24).

Widoczny jest zwój rzęskowy oraz nerw bloczkowy wzrastający do zawiązka mięśnia skośnego górnego (ryc. 25). Pojawiają się zawiązki mięśni: prostego przyśrodkowego oraz wspólny zawiązek dla mięśnia prostego dolnego i skośnego dolnego.

Zarodki w stadium 17 (długość 11-14 mm, 41 dni) i w stadium 18 (długość 13-17mm, 44 dni)

Istotnymi wydarzeniami rozwojowymi w opisywanych stadiach są:

- 1) stopniowe zarastanie jamy pęcherzyka soczewki,
- 2) zawiązek gruczołu łzowego,
- 3) rozwój sklepień spojówki,
- 4) powstanie punktu kostnienia w trzonie szczęki,
- 5) początek rozwoju twardówki.

W stadium 17 jama soczewki ma kształt odwróconej litery C (ryc. 26), a w stadium 18 jama ta zupełnie zarasta (ryc. 27 i 28).

Fałdy powiek wydłużają się i tworzą się sklepienia spojówki. Powyżej górnego sklepienia spojówki tworzy się pęczek nabłonkowy, stanowiący zawiązek gruczołu łzowego (ryc. 31).

Mezenchyma wnika pomiędzy soczewkę i ektodermę powierzchniową, stanowiąc początek rozwoju tylnego nabłonka rogówkowego (ryc. 28). Błazka zewnętrzna kielicha ocznego na całym obwodzie zawiera ziarna barwnika (ryc. 27 i 28). Na obwodzie błazki zewnętrznej kielicha ocznego następuje kondensacja mezenchymy stanowiąca zawiązek twardówki (ryc. 29). Widoczny jest mięsień dźwigacz powieki górnej tworzący wspólną część z mięśniem prostym górnym (ryc. 29).

W błazce wewnętrznej kielicha ocznego różnicuje się pierwotna warstwa jądrzasta, warstwa zwojowa nerwu wzrokowego oraz warstwa włókien nerwu wzrokowego (ryc. 27).

W trzonie szczęki, tworzącej ścianę dolną oczodołu, powstaje punkt kostnienia (ryc. 30 i 31). Oddzielne punkty kostnienia tworzą się w kości przysiecznej.

Zarodki w stadium 19 (16-18 mm, 46 dni)

W stadium tym następuje zmiana ustawienia gałek ocznych, które przemieszczają się ku przodowi (tabela 8, ryc. 32) oraz intensywny rozwój rozgałęzień drugorzędowych nerwów i naczyń oczodołu (ryc. 35 i 36).

Wzrost powiek powoduje ich stopniowe zbliżanie, szczególnie w bocznym kącie oka. Skupisko mezenchymy na obwodzie warstwy barwnikowej, stanowiące zawiązek twardówki, obejmuje cały obwód kielicha ocznego (ryc. 34). W obrębie rogówki widoczny jest nabłonek tylny. Nerw wzrokowy dochodzi do kanału wzrokowego (ryc. 33). Obserwuje się drugorzędowe i trzeciorzędowe rozgałęzienia nerwu

trójdzielnego oraz gałęzie nerwów unerwiających mięśnie oka (ryc. 35,36 i 37).

Mięsień skośny górny w pobliżu górnoprzyszrodkowej powierzchni ściany oczodołu zagina się tworząc płaską płytę przebiegającą ku tyłowi (ryc. 37). Widoczny jest dochodzący do tego mięśnia nerw bloczkowy. Taki przebieg mięśnia skośnego górnego świadczy o wczesnym rozwoju bloczka.

Od tętnicy ocznej odchodzą tętnice rzęskowe, tworzące splot wokół twardówki. Ukształtowane są obydwie żyły oczne. Od tętnicy strzemiączkowej (ryc. 32) odchodzi gałąź nadoczodołowa, która przekształca się w tętnicę oponową.

Zarodki w stadium 20 (długość 18-22mm, 49dni)

W opisywanym stadium istotnymi wydarzeniami rozwojowymi są:

- 1) pojawienie się punktu kostnienia w kości czołowej,
- 2) nerw wzrokowy dochodzi do skrzyżowania wzrokowego,
- 3) rogówka składa się z nabłonka przedniego, bezkomórkowej warstwy pośredniej oraz nabłonka tylnego,
- 4) rozwój tkanki łącznej oczodołu stanowiącej zawiązek pochewki gałki ocznej.

Punkt kostnienia w kości czołowej występuje tuż ponad przyszłym brzegiem nadoczodołowym, na pograniczu części oczodołowej i łuski (ryc. 41).

Do powieki górnej dochodzi mięsień dźwigacz powieki górnej, który oddziela się od mięśnia prostego górnego (ryc. 39).

Powieki łączą się w bocznym kącie oka, tworząc kąt oka boczny (ryc. 40).

W rogówce można wyróżnić nabłonek przedni i tylny oraz znajdującą się między nimi warstwę pośrednią stanowiącą przyszłą istotę właściwą rogówki.

Nerw wzrokowy przebiega do kanału wzrokowego i dochodzi do skrzyżowania wzrokowego (ryc. 38). Wokół kanału wzrokowego następuje kondensacja mezenchymy stanowiąca przyszły pierścień ścięgnisty wspólny. Widoczna jest wyraźna pochewka gałki ocznej (ryc. 41).

Zarodki w stadiach 21 (51 dni), 22 (53 dni) i 23 (56 dni)

W 8 tygodniu rozwoju czaszka chrzęstna, stanowiąca podstawę czaszki, utworzona jest przez ciągłą masę chrząstki, która zespala się z chrząstkami okolicy nosowej i oczodołowej wokół przyszłego otworu okrągłego. Kanał wzrokowy ogranicza chrząstka skrzydła mniejszego (orbitosphenoidale) i części przedniej trzonu kości klinowej (presphenoidale). Chrząstki skrzydeł mniejszych (orbitosphenoidalia) ograniczają szczelinę oczodołową górną (ryc. 43).

Gałki oczne skierowane są ku przodowi i wyraźnie widoczne są kąty oka przyśrodkowy i boczny (ryc. 42).

Postępuje kostnienie w trzonie szczęki i pojawia się punkt kostnienia w wyrostku czołowym szczęki (44 i 45).

Rozpoczyna się także kostnienie w kości jarzmowej. Powiększa się gruczoł łzowy i powstaje lity przewód nosowo-łzowy przebiegający w kierunku jamy nosowej (ryc. 46 i 47).

W obrębie siatkówki rozrasta się warstwa włókien nerwu wzrokowego, która dochodzi do równika gałki (ryc. 48) i zwiększa się grubość warstwy zwojowej. W skrzyżowaniu wzrokowym widoczne są

krzyżujące się włókna nerwu wzrokowego. W drugorzędowym cieleszklistym znajdują się liczne rozgałęzienia naczyń.

W opisywanych stadiach w tworzącym się oczodole widoczne są ukształtowane dobrze naczynia i nerwy (ryc. 49 i 50). Od zwoju rzęskowego, który znajduje się bocznie od nerwu wzrokowego i przyśrodkowo od mięśnia prostego bocznego odchodzą nerwy rzęskowe krótkie (ryc. 50). W przestrzeni pozagałkowej oczodołu rozrasta się tkanka łączna, w której widoczne są pasma rozciągające się od pochewki gałki ocznej do okostnej oczodołu.

Z pomiarów gałki ocznej w okresie zarodkowym wynika, iż do 46 dnia następuje powolny, liniowy wzrost wszystkich wymiarów. Bardziej intensywny wzrost obserwuje się w ostatnich 2. tygodniach okresu zarodkowego i pod koniec tego okresu największy jest wymiar poprzeczny, a najmniejszy pionowy (ryc. 7, tabela 6).

Płody z 9 i 10 tygodnia

W początkowym okresie płodowym postępuje kostnienie kości tworzących oczodół.

W części oczodołowej kości czołowej, począwszy od brzegu nadoczodołowego kostnienie postępuje ku tyłowi i obejmuje również znaczną część łuski czołowej (ryc. 51 i 52). W obrębie szczęki kostnienie widoczne jest na powierzchni oczodołowej i nosowej (ryc. 53), a także w wyrostku czołowym. W kości jarzmowej kostnienie postępuje od trzonu do wyrostka czołowego. Punkty kostnienia widoczne są również w kości łzowej.

Mięśnie oka rozpoczynają się od pierścienia ścięgnistego wspólnego, który tworzy się wokół kanału wzrokowego (ryc. 54).

Obydwie powieki są zrośnięte i pod górną powieką widoczne są przewodniki odprowadzające (ryc. 53 i 54).

Pomiędzy warstwą barwnikową i twardówką zaczyna rozwijać się błona naczyniowa (ryc. 55). W przedniej części gałki ku tyłowi od rogówki tworzą się wyrostki rzęskowe. W przyśrodkowym kącie oka obserwuje się kanaliki łzowe. Tworzą się zawiązki tarczek powiek oraz przegroda oczodołowa (ryc. 56). Ku przodowi błony naczyniowej tworzy się łącznotkankowa siateczka beleczkowa stanowiąca zawiązek ściany przyśrodkowej zatoki żyłnej twardówki (ryc. 57).

W tylnej części gałki ocznej widoczny jest mięsień oczodołowy (ryc. 58).

Płody z 11. i 12. tygodnia

Obserwuje się znacznie zaawansowane kostnienie kości tworzących oczodoł oraz część mózgową czaszki (ryc. 59 i 60). Wokół wejścia do oczodołu widoczny jest zamknięty kostny pierścień. Widoczne jest również kostnienie skrzydeł mniejszych kości klinowej (ryc. 61). W kości jarzmowej kostnieje wyrostek czołowy, który wspólnie z wyrostkiem jarzmowym kości czołowej ograniczają boczną ścianę oczodołu. Wydłużeniu ulega również wyrostek czołowy szczęki. W porównaniu z płodami z 9. i 10. tygodnia zwiększa się znacznie głębokość oczodołu (ryc. 6, tabela 5).

Gałka oczna zajmuje dużą część oczodołu. Powieki są nadal zrośnięte. W ciele rzęskowym można rozpoznać mięsień rzęskowy (ryc. 62).

W obrębie siatkówki obserwuje się następujące warstwy, postępując od wnętrza gałki ocznej (ryc. 63).

- 1) błonę graniczną wewnętrzną,
- 2) warstwę włókien nerwu wzrokowego,

- 3) warstwę zwojową nerwu wzrokowego,
- 4) warstwę splotowatą wewnętrzną,
- 5) pierwotną warstwę jądrzastą,
- 6) błonę graniczną zewnętrzną,
- 7) warstwę barwnikową.

W nerwie wzrokowym widoczna jest tętnica środkowa siatkówki (ryc. 64).

Płody z 13., 14., 15. i 16. tygodnia

U płodów tych postępuje intensywne kostnienie kości tworzących oczodoł (ryc. 65). Kostnienie widoczne jest również w blaszce oczodołowej błędnika sitowego (ryc. 67), która u płodów z 15. tygodnia jest już w całości blaszką kostną (ryc. 66).

Wydłużone kostniejące wyrostki kości oczodołu zaznaczają miejsca szwów czołowo- jarzmowego i czołowo- szczękowego.

Następuje stopniowe rozdzielenie powiek oraz rozwija się tkanka tłuszczowa. Przegroda oczodołowa rozciąga się od brzegów oczodołu do tarczek powiekowych (ryc. 70). Do końca 16. tygodnia zwiększają się wymiary wejścia do oczodołu, szczególnie wymiar poprzeczny oraz wymiar podłużny (głębokość) oczodołu (ryc. 6, tabela 5). Powoduje to znaczne zwiększenie przestrzeni pozagałkowej oczodołu. Powiększają się wyrostki rzęskowe i u płodów z 13. tygodnia obserwuje się część powiekową mięśnia okrężnego oka (ryc. 68).

W siatkówce powstaje warstwa pierwotnych komórek pręcikowych i czopkowych, a więc posiada ona wszystkie warstwy jak siatkówka po zakończonym rozwoju.

Płody od 17. do 40. tygodnia

W ostatnim trymestrze rozwoju wewnątrzmacicznego postępujące kostnienie kości tworzących oczodoł prowadzi do pełnego ukształtowania kostnego oczodołu (ryc. 72,73 i 74). U płodów z 36 tygodnia nie utworzone są w pełni szczeliny oczodołowe górna i dolna oraz widoczny jest otwarty w tylnej części kanał podoczodołowy (ryc. 75).

Począwszy od 17. tygodnia obserwuje się nagromadzenie tkanki tłuszczowej, szczególnie w części pozagałkowej oczodołu (ryc. 3). U płodów z 25. tygodnia i starszych tkanka tłuszczowa gromadzi się również wokół gałki ocznej aż do przegrody oczodołowej (ryc. 71). Ciało tłuszczowe oczodołu znajduje się więc w wolnych przestrzeniach pomiędzy ścianami oczodołu, mięśniami oraz nerwami i naczyniami. Można w nim wyróżnić dwie części: a) zewnętrzną znajdującą się między ścianami oczodołu i mięśniami oka, oraz b) wewnętrzną wypełniającą przestrzeń między mięśniami i nerwem wzrokowym. Obserwowano, iż najpierw tworzy się część wewnętrzna ciała tłuszczowego.

U płodów z 20. tygodnia różnicują się mięśnie w obrębie tęczówki.

Lity przewód nosowo-łzowy ulega kanalizacji i otwiera się do przewodu nosowego dolnego.

W badanym okresie rozwoju poszczególne wymiary gałki ocznej wzrastają prawie liniowo do 28. tygodnia. Począwszy od tego okresu w ostatnich dziesięciu tygodniach wymiar przednio-tylny jest większy od wymiaru pionowego gałki. Przez cały badany okres płodowy największy jest wymiar porzecznym gałki ocznej (ryc. 8, tabela 7).

Począwszy od 17. tygodnia obserwowano intensywny wzrost wymiaru podłużnego oczodołu, który w tym okresie zwiększył się od 13.1 mm w 17. tygodniu do 30.0 mm w 40. tygodniu, a więc przeszło dwukrotnie (ryc. 6, tabela 5).

V. Dyskusja

Rozwój głowy u człowieka dowodzi ogromnych zmian ewolucyjnych nakładających się na konserwatywne, pojawiające się wcześniej w ewolucji, struktury zabezpieczające czynności węchowe, wzrokowe, oddechowe, pokarmowe, smakowe i słuchowe (87). Wydarzenia rozwojowe w początkowym okresie życia wewnątrzmacicznego rzutują na funkcjonowanie narządów głowy w okresie postnatalnym.

Moss (58) przedstawił hipotezę czynnościowej macierzy, według której wzrost szkieletu twarzoczaszki wynika z potrzeb przestrzennych i sprawnościowych rozwijających się jednostek czynnościowych: mięśni narządów wzroku, słuchu, części górnej gardła, narządu żucia i zatok przynosowych. Mięśnie szkieletowe tworzą tzw. macierz okostnową, a inne tkanki narządów stanowią macierz torebkową. Podstawa czaszki jako centralna struktura stanowi połączenie części mózgowej i twarzowej, zarazem oddzielając te części, a więc wywiera wpływ na rozwój twarzoczaszki (26, 49, 105).

W rozwoju szkieletu głowy i jej narządów ważną rolę odgrywa grzebień nerwowy (19, 35, 61, 62). Międzymózgowiowy grzebień nerwowy dostarcza komórek, migrujących ku przodowi, grzbietowo od pęcherzyka ocznego, a następnie przemieszczających się ku tyłowi wzdłuż szypuły ocznej. Komórki grzebienia z przodomózgowia migrują do wyniosłości czołowo-nosowej. W czasie migracji komórki grzebienia przechodzą pomiędzy ektodermą powierzchniową a mezodermą i tworzą warstwę ektomezenchymy lub ektomezodermy (15, 20, 34, 35).

Kości tworzące oczodół rozwijają się z następujących źródeł (18, 77, 93, 104, 106):

1. Ściana górna powstaje z mezodermalnej osłony przedomózgowia oraz ektomezenchymy wyniosłości czołowo- nosowej.
2. Ściana dolna i boczna rozwijają się z wyrostka szczękowego, powstającego z ektomezenchymy i mezodermy przyosiowej.
3. Ściana przyśrodkowa rozwija się z ektomezenchymy oraz wyniosłości czołowo- nosowej.
4. Ściana tylna rozwija się z mezodermy tworzącej części kości klinowej.

Z wyjątkiem części oczodołu tworzącej ścianę tylną, pozostałe kości kostnieją na podłożu błoniastym.

Rozwój narządu wzroku rozpoczyna się od utworzenia tzw. pola ocznego, które jest częścią płyty nerwowej i powstaje w jej przedniej części u zarodków w stadium 9 (25 dni) (1).

W obrębie tego pola, w którym rozwija się siatkówka, znajduje się szereg czynników transkrypcji Rx1, Pax6, Six6, Six3, Tlx, Lbx2, które stymulują progenitorowe komórki siatkówki do proliferacji (112). Aktywacja Rx1 lub Pax6 powoduje zwiększoną proliferację komórek progenitorowych, co prowadzi do zwiększenia pęcherzyka ocznego (111). Brak czynnika Sox2 powoduje niewykształcenie pęcherzyka ocznego (anophthalmia) lub bardzo mały pęcherzyk oczny (microphthalmia) u zarodków ludzkich (22), mysich (94) i u żab (99). Rozwój w obwodowym obszarze pola ocznego jest indukowany przez czynnik wzrostowy fibroblastów (FGF) i epinefrynę B1 (56) a także białka sygnalizacyjne Wnt (11).

Śledząc rozwój filogenetyczny narządu wzroku wykazano, iż u bezczaszkowców (lancetnik), które nie posiadają kresomózgowia, komórki fotoreceptorowe będące odpowiednikami pręcików i czopków rozwijają się w najbardziej przedniej części cewy nerwowej

odpowiadającej międzymózgowiu (9, 24, 81). Wykazano, iż macierzyste komórki siatkówki u dorosłych znajdują się w nabłonku barwnikowym ciała rzęskowego i stanowią kolonie, z których tworzą się progenitorowe komórki siatkówki (14)

Narząd wzroku powstaje z wielu źródeł: a) kielich oczny tworzy się z t. zw. ektodermy nerwowej, będącej częścią cewy nerwowej; b) soczewka i rogówka rozwijają z ektodermy powierzchniowej; c) z grzebienia nerwowego powstaje istota właściwa i nabłonek tylny rogówki oraz komórki barwnikowe tęczówki; d) twardówka i tęczówka tworzą się z mezodermy (63).

Wyniki przeprowadzonych badań odnośnie rozwoju gałki ocznej są zgodne z wcześniejszymi badaniami innych autorów (52, 63- 66, 70) i wykazują, iż najwcześniej rozwija się siatkówka, a następnie pozostałe struktury narządu wzroku. Rozwój powiek obserwowano u zarodków w stadium 15 (36 dni), a więc znacznie wcześniej aniżeli opisali inni autorzy (2, 3, 10, 74), którzy podają iż powieki kształtują się począwszy od 7. tygodnia. W stadium 17 (41 dni) pojawia się zawiązek gruczołu łzowego i tworzy się sklepienie spojówki. W piśmiennictwie rozwój powyższych struktur opisany jest dopiero w 8 tygodniu.

Istotnym spostrzeżeniem jest wczesne ustawienie gałek ocznych wzdłuż ich długiej osi. W 10. tygodniu kąt pomiędzy osiami wzrokowymi wynosi 70° , a więc zbliżony jest do ustawienia gałek u dorosłych.

Zagadnieniem ciągle dyskusyjnym jest rozwój mięśni zewnętrznych oka, które tworzą się z mezodermy głowowej, rozwijającej się z płyty przedstrunowej oraz z somitomerów (72, 76). Nie ustalono, czy mięśnie te rozwijają się bezpośrednio z płyty przedstrunowej (27, 63), czy z komórek tej płyty wędrujących do somitomerów (62, 101).

W przeprowadzonych badaniach wykazano, iż u zarodków w stadium 13 (32 dni) widoczny jest zawiązek mięśnia prostego bocznego. Spostrzeżenie to jest zgodne z badaniami Gilberta (27).

Bardzo wczesnie, gdyż już u zarodków w stadium 19 (46 dni) obserwowano zagięcie mięśnia skośnego górnego w górnoprzyśrodkowej powierzchni oczodołu.

Katori i wsp. (43) taki przebieg mięśnia skośnego górnego wykazali dopiero u płodów z 12. tygodnia. Korzeniowska- Kromer (48) oraz Wójtowicz- Kaczmarek (107) badając rozwój zakończeń nerwowych w mięśniach oka wykazały, iż wrzeciona te tworzą się u płodów w 11. i 12. tygodniu.

Rozwój naczyń oczodołu rozpoczyna się w 5. tygodniu okresu zarodkowego. W tym okresie obserwowano już tętnicę oczną dochodzącą do pęcherzyka ocznego. Rozwój naczyń oczodołu jest zgodny z opisami Padgeta (71, 72).

Podobnie jak Chudzicki (13) oraz Woźniak i O'Rahilly (109) obserwowaliśmy wczesny rozwój zwoju rzęskowego u zarodków w stadium 15 i 16.

Kondensacja mezenchymy wokół szypuły ocznej, stanowiąca początek rozwoju kanału wzrokowego widoczna jest u zarodków w stadium 16 (39 dni). Obserwacje powyższe są zgodne z badaniami Gusevej i Denisova (30).

W przeprowadzonych badaniach wykazano, iż tkanka łączna oczodołu, tworząca pochewkę gałki ocznej i przegrodę oczodołową rozwija się w 8. tygodniu okresu zarodkowego i 9. tygodniu okresu płodowego.

Według Finka (25) i Koornneefa (47) struktury te tworzą się dopiero w drugim trymestrze okresu płodowego.

W przeciwieństwie do badań Osanai i wsp. (69) oraz Rodriguez-Vazquez'a i wsp. (78) którzy opisali mięsień oczodołowy u płodów z 12. tygodnia, stwierdzono jego obecność u płodów w 12. tygodniu.

Począwszy od 17. tygodnia rozwija się ciało tłuszczowe oczodołu. Tkanka tłuszczowa gromadzi się w części pozagałkowej oczodołu, a od 25. tygodnia rozrasta się wokół gałki ocznej.

W pracach dotyczących rozwoju szczęki (6, 46, 67, 86, 108) oraz kości czołowej (38) opisano, iż poszczególne kości tworzące oczodół kostnieją z jednego punktu kostnienia.

W obecnych badaniach wykazano, że kość czołowa kostnieje z 4 punktów kostnienia. Dwa punkty po każdej stronie, występują na pograniczu części oczodołowej i łuski w 7. tygodniu rozwoju. W szczęce występują również 4 punkty kostnienia, z czego 2 w kości przysiecznej. Punkty te tworzą się również w 7. tygodniu.

Dwa punkty kostnienia w kości jarzmowej pojawiają się w 8. tygodniu. Proces kostnienia postępuje intensywnie począwszy od 12. tygodnia rozwoju płodowego. Pod koniec okresu płodowego kostny oczodół jest w pełni rozwinięty.

Począwszy od 15. tygodnia najbardziej zwiększa się wymiar podłużny oczodołu. Wynika to z szybszego wzrostu przedniej czaszki na długość (57, 113), a także zwiększenia wymiarów mózgowiczaszki w porównaniu z twarzoczaszką (40, 41). Twarzoczaszka najbardziej intensywnie wzrasta w okresie postnatalnym. Wykazano także, że dymorfizm płciowy w zakresie wymiarów czaszki uwidacznia się dopiero w rozwoju postnatalnym, szczególnie w okresie pokwitania (8, 57, 79).

Haan i wsp. (31) w rozwoju oczodołu wyróżniają pojęcia okolicy oczodołowej, oczodołu pierwotnego oraz oczodół ostateczny. Okolica

oczodołowa obejmuje okres rozwoju od 6. do 12. tygodnia, oczodół pierwotny obejmuje okres od 12. tygodnia do 6-7 roku postnatalnego, po czym powstaje oczodół ostateczny. Wymienieni autorzy określają dojrzałość oczodołu w odniesieniu do rozwoju okostnej (periobita) oraz tkanki łącznej oczodołu.

Z przeprowadzonych badań wynika, iż w okresie do 12. tygodnia wokół wejścia do oczodołu tworzy się zamknięty pierścień kostny, ukształtowany jest przebieg naczyń i nerwów, oraz rozwijają się struktury łącznotkankowe. Nie można więc nazwać tego okresu okolicą oczodołową.

VI. Wnioski

1. Kości tworzące oczodół rozwijają się w większości z ektomezenchymy i kostnieją na podłożu błoniastym, począwszy od 7. tygodnia.
2. Do 7. tygodnia mezenchyma tworząca oczodół otacza rozwijającą się gałkę oczną tworząc puszkę oczną.
3. Intensywny rozwój ścian kostnych oczodołu rozpoczyna się w 10. tygodniu okresu płodowego. Do 30. tygodnia okresu płodowego następuje całkowite kostnienie kości tworzących oczodół, z wyjątkiem części tylnej ściany dolnej.
4. Struktury tworzące ściany gałki ocznej różnicują się w okresie od 5. do 8. tygodnia.
5. Mięśnie oka oraz naczynia i nerwy rozwijają się począwszy od 5. tygodnia i do końca 8. tygodnia tworzą się ich ostateczne rozgałęzienia.
6. Tkanka łączna oczodołu tworząca pochewkę gałki ocznej oraz przegrodę oczodołową rozwija się począwszy od 9. tygodnia.
7. W okresie zarodkowym i początkowym płodowym gałka oczna zajmuje prawie cały oczodół i warunkuje jego rozwój. Począwszy od 13. tygodnia, w wyniku wzrostu mięśni i rozwoju struktur łącznotkankowych oraz tkanki tłuszczowej następuje zwiększenie wymiaru podłużnego oczodołu.

VII. Piśmiennictwo

1. Agathocleous M, Harris WA (2009) From progenitors to differentiated cells in the vertebrate retina. *Annu Rev Cell Dev Biol*, 25: 45-69.
2. Andersen H, Ehlers N, Matthiessen ME (1965) Histochemistry and development of the human eyelids. *Acta Ophthalmol*, 45: 642-668.
3. Andersen H, Ehlers N, Matthiessen ME, Claessan MH (1967) Histochemistry and development of the human eyelids II. A cytochemical and electron microscopical study. *Acta Ophthalmol*, 45: 288-293.
4. Apt I (1973) Changes in orbital dimensions following enucleation. *Am J Ophthalmol*, 90: 393-395.
5. Ballobas E (1984) The body and processes of the fetal maxilla. *Acta Morphol Hung*, 32: 217-230.
6. Birnholtz JC (1985) Ultrasonic fetal ophthalmology. *Early Hum Dev*, 12: 199-209.
7. Blechschmidt E (1967) Die Entwicklungsbewegungen der menschlichen Augenblase. *Ophthalmologica*, 154: 531-550.
8. Bulygina E, Mitteroecker P, Allelo L (2006) Ontogeny of facial dimorphism and patterns of individual development within one human population. *Am J Phys Anthropol*, 131: 432-443.
9. Butler AB (2000) Chordate evolution and the origin of craniates. An old brain in a new head. *Anat Rec (New Anat)*, 261: 111-125.
10. Byun TH, Kim JT, Park HW, Kim WK (2011) Timetable for upper eyelid development in staged human embryos and fetuses. *Anat Rec*, 294: 789-796.
11. Cavodeassi F, Carreira-Barbosa F, Young RM, Concha ML, Allende ML (2005) Early stages of zebrafish eye formation require the coordinated activity of Wnt 11, Fz5, and the Wnt/ beta- catenine pathway. *Neuron*, 47: 43-56.
12. Chan A, Fung K, Yip L (2004) Orbital development in Hong Kong Chinese subjects. *Ophthalmic Physiol Opt*, 24: 436-439.
13. Chudzicki W (1990) Topografia, struktura i połączenia zwoju rzęskowego u zarodków ludzkich. Praca dokt, Bibl UM Poznań.

14. Clarke L, Ballios BG, van der Kooy D (2012) Generation and clonal isolation of retinal stem cells from human embryonic stem cells. *Eur J Neurosci*, 36: 1951-1959.
15. Couly GF, Coltey PM, Le Douarin NM (1992) The developmental fate of the cephalic mesoderm in quail-chick chimeras. *Development*, 114: 1-15.
16. Denis D, Burguiere O, Burillon C (1998) A biometric study of the eye, orbit, and face in 205 normal human fetuses. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 39: 2232-2238.
17. Denis D, Righini M, Scheiner C, Valat F, Boubli L, Dezard X, Vola J, Saracco J-B (1993) Ocular growth in the fetus. 1. Comparative study of axial length and biometric parameters in fetus. *Ophthalmologica*, 207: 117-124.
18. Diewert VM (1985) Development of human craniofacial morphology during the late embryonic and early fetal periods. *Am J Orthod*, 88: 64-82.
19. Dixon AD (1997) Prenatal development of the facial skeleton. W Dixon AD, Hoyte DAH, Rønning H (eds) *Fundamentals of craniofacial growth*. CRC Press, Boca Raton, New York, Ch4: 59-97.
20. Duke-Elder S (1958) *The evolution of the vertebrate eye*. H Kimpton, London.
21. Falbe-Hansen I, Ehlers N, Degn JK (1969) Development of the human fetal vitreous body. *Acta Ophthalmol*, 47: 39-43.
22. Fantes J, Ragge NK, Lynch SA, McGill NL, Callin JR (2003) Mutations in *sox 2* cause anophthalmia. *Nat Gen*, 33: 461-463.
23. Farkas LG, Ross RB, Posnick JC, Indech GD (1989) Orbital measurements in 63 hypertelorid patients. Differences between the anthropometric and cephalometric findings. *J Cranio-Max-Fac Surg*, 17: 249-260.
24. Fernald RD (2000) Evolution of eyes. *Curr Op Neurobiol*, 10: 444-450.
25. Fink WH (1956) The development of the orbital fascia. *Am J Ophthalmol*, 42: 269-277.

26. Gkantidis N, Halazonetis DJ (2011) Morphological integration between the cranial base and the face in children and adults. *J Anat*, 2018: 426-438.
27. Gilbert P (1957) The origin and development of the human extrinsic ocular muscles. *Contrib Embryol Carnegie Instn*, 36: 59-78.
28. Goldstein I, Tamir A, Zimmer EZ, Itskovitz-Eldor J (1998) Growth of the fetal orbit and lens in normal pregnancies. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 12: 175-179.
29. Graham A, Okabe M, Quinian R (2005) The role of the endoderm in the development and evolution of the pharyngeal arches. *J Anat*, 207: 479-487.
30. Guseva YA, Denisov SD (2006) Structure of the optic canal in human ontogenesis. *Ann Anat*, 188: 103-116.
31. Haan de AB, Willekens B, Klooster J, Los AA, van Zwieten J, Botha CD, Spekrijse H, Jskes SG, Simonsz HJ (2006) The prenatal development of the human orbit. *Strabismus*, 14: 51-56.
32. Harayama R, Amemiya T, Nishimura H (1980) Development of the cornea during fetal life: comparison of corneal and bulbar diameter. *Anat Rec*, 198: 531-535.
33. Heimann K (1972) The development of the choroid in man. Choroidal vascular system. *Ophthalm Res*, 3: 357-373.
34. Hinchrichsen K (1985) The early development of morphology and patterns of the face in human embryo. *Adv Anat Embryol Cell Biol*, 98: 1-79.
35. Hoyte DAN (1997) Growth of the orbit. W Dixon AD, Hoyte DAN, Ronning H (eds) *Fundamentals of craniofacial growth*. CRC Press, Boca Raton, New York, Ch 10: 225-255.
36. Huggare J, Rönning O (1997) Growth of the cranial vault. W Dixon AD, Hoyte DAN, Rönning H (eds) *Fundamentals of craniofacial growth*. CRC Press, Boca Raton, New York, Ch 13: 363-387.
37. Husmann PR, Samson DR (2011) In the eye of the beholder: sex and race estimation using the human orbital aperture. *J Foren Sci*, 56: 1424-1429.

38. Inman VT, de Saunders JB (1937) The ossification of the human frontal bone. With special reference to its presumed pre- and post-frontal elements. *J Anat*, 71: 383-394.
39. Israel NE (1929) Contribution to the development of the human cornea. *Am J Ophthalmol*, 12: 469-475.
40. Jeffrey N, Spoor F (2002) Brain size and the human cranial base: a prenatal perspective. *Am J Phys Anthropol*, 118: 324-340.
41. Jeffrey N, Spoor F (2004) Ossification and midline shape changes of the human fetal cranial base. *Am J Phys Anthropol*, 123: 78-90.
42. Ji Y, Qian Z, Dong Y, Zhou H, Fan X (2010) Quantitative morphometry of the orbit in Chinese adults based on a three-dimensional reconstruction method. *J Anat*, 217: 501-506.
43. Katori Y, Rodriguez- Vazquez JF, Kawase T, Murakami G, Cho BH, Abe S-I (2011) Early fetal development of hard tissue pulleys for the human superior oblique and tensor veli palatini muscles. *Ann Anat*, 193: 127-133.
44. Kennedy R (1965) The effect of early enucleation on the orbit in animals and humans. *Am J Ophthalmol*, 60: 277-306.
45. Kennedy R (1973) Growth retardation and volume determination of the anophthalmic orbit. *Am J Ophthalmol*, 76: 294-302.
46. Kjaer I (1989) Prenatal skeletal maturation of the human maxilla. *J Craniofac Gen Dev Biol*, 6: 257-264.
47. Koornneef I (1976) The development of the connective tissue in the human orbit. *Acta Morphol Neerl- Scand*, 14: 263-290.
48. Korzeniowska- Kromer E (1992) Development of the muscle spindles in the human fetal oblique muscles of the eyeball. *Folia Morphol*, 51: 119-127.
49. Lieberman DE, Hallgrímsson B, Liu W (2008) Spatial packing, cranial base angulation and craniofacial shape variation in the mammalian skull; testing a new model using mice. *J Anat*, 212: 720-735.
50. Limborgh J van, Tonneyek-Muller FI (1970) Das Wachstum der Augen und Augenhöhlen bei normalen Hühnerembryonen von 11-19 Tagen. *Anat Anz*, 126: 441-450.

51. Lo AKM, Colcleugh RG, Allen L, Van Wyck L, Bite U (1990) The role of tissue expanders in an anophthalmic animal model. *Plast Reconstr Surg*, 86: 399-408.
52. Mann I (1964) The development of the human eye. Grune and Stratton, New York.
53. Markowski M (2000) Rozwój nerwu wzrokowego u zarodków ludzkich. Praca dokt, Bibl UM, Poznań.
54. Mayden KL, Tortora DA, Berkowitz RL, Bracken M, Hobbins JC (1982) Orbital diameter: a new parameter for prenatal diagnosis and dating. *Am J Obstet Gynecol*, 144: 289-297.
55. Moore WJ, Lavelle CLB (1974) Growth of the facial skeleton in the hominoidea. Acad Press, London.
56. Moore KB, Mood K, Daar IO, Moody SA (2004) Morphogenetic movements underlying eye field formation require interactions between FGF and ophrin B1 signaling pathway. *Dev Cell*, 6: 55-67.
57. Morimoto N, Ogihara N, Katayama K, Shiota K (2008) Three-dimensional ontogenetic shape changes in the human cranium during the fetal period. *J Anat*, 212: 627-635.
58. Moss ML (1997) The functional matrix hypothesis revisited. I. Role of mechanotransduction. *Am J Orthod Dentofacial Orthoped*, 112: 410-417.
59. Müller F, O'Rahilly R (1980) The human chondrocranium at the end of the embryonic period proper with particular reference to the nervous system. *Am J Anat*. 159: 33-58.
60. Nag TC, Wadhwa S (2006) Morphological and neurochemical development the human neural retina. *Neuroembryol Aging*, 4: 19-30.
61. Noden DM (1984) Craniofacial development: new views on old problems. *Anat Rec*, 208: 1-12.
62. Noden DM (1991) Cell movemensts and control of patterned tissue assembly during craniofacial development. *J Craniofacial Genet Dev Biol*, 4: 192-213.
63. O'Rahilly R (1966) The early development of the eye in staged human embryos. *Contr Embryol Carneg Instn*, 38: 1-42.

64. O'Rahilly R (1975) The prenatal development of the human eye. *Exp Eye Res*, 21: 93-112.
65. O'Rahilly R (1983) The timing and sequence of events in the development of the human eye and ear during the embryonic period proper. *Anat Embryol*, 168: 87-99.
66. O'Rahilly R, Bossy J (1972) The growth of the eye. *Ann Desar*, 16: 31-51.
67. O'Rahilly R, Gardner E (1972) The initial appearance of ossification in staged human embryos. *Am J Anat*, 134: 291-308.
68. O'Rahilly R, Muller F (1987) Developmental stages in human embryos including a revision of Streeters "horizons" and a survey of the Carnegie Collection. *Contr Embryol Carneg Instn, Publ 637*, Washington.
69. Osanai H, Abe Si, Rodriguez- Vazquez J, Verdugo- Lopez S, Murakami C, Ohguro H (2011) Human orbital muscles: a new point of view from the fetal development of extraocular connective tissue. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 52: 1501-1506.
70. Oyster CW (1999) *The human eye: structure and function*. Sinauer Assoc Inc, Sunderland, Massachuset.
71. Padget DH (1948) The development of the cranial arteries in the human embryo. *Contr Embryol Carneg Instn*, 32: 205-261.
72. Padget DH (1957) The development of the cranial venous system in man, from the viewpoint of comparative anatomy. *Contr Embryol Carneg Instn*, 36: 79-140.
73. Patnaik VVG, Sanju B, Rajan SK (2001) Anatomy of the bony orbits- some applied aspects. *J Anat Soc India*, 50: 59-67.
74. Pearson AA (1980) The development of the eyelids. Part I. External features. *J Anat*, 130: 33-42.
75. Pfeifer RL (1941) Roentgenography of exophthalmos with notes on the roentgen ray in ophthalmology. *Trans Am Ophthalmol Soc*, 39: 492-511.
76. Porter JD, Hauser KF (1993) Diversity and developmental regulation of extraocular muscle: progress and prospects. *Acta Anat*, 147: 197-206.

77. Radlanski RJ (2003) Prenatal craniofacial morphogenesis: four-dimensional visualization of morphogenetic processes. *Orthod Craniofacial Res*, 6 (suppl 1): 89-94.
78. Rodriguez-Vazquez JF, Mérida-Velasco JR, Arráez-Aybor LA, Jiménez-Collado J (1998) Anatomic relationships of the orbital muscle of Muller in human fetuses. *Surg Radial Anat*, 20: 341-344.
79. Rosas A, Bastir M (2002) Thin plate spline analysis of allometry and sexual dimorphism in the human craniofacial complex. *Am J Phys Anthropol*, 117: 236-245.
80. Sarnat BG (1982) Eye and orbital size in the young and adult. *Ophthalmologica*, 185: 74-85.
81. Satir P (2000) A comment on the origin of the vertebrate eye. *Anat Rec (New Anat)*, 261: 224-227.
82. Schumacher G-H (1997) Principles of skeletal growth. W Dixon AD, Hoyte DAN, Rönning H (eds) *Fundamentals of craniofacial growth*. CRC Press, Boca Raton, New York, Ch 1:1-21.
83. Schultz AH (1940) The size of the orbit and eye in primates. *Am J Phys Anthropol*, 26: 289-301.
84. Seiji F, Moreira RS, De Angelis Ma, Smith Chairman RL (2009) Orbital asymmetry in development: an anatomical study. *Orbit*, 28: 342-346.
85. Sevel d (1986) The origins and insertions of the extraocular muscles: development, histologic features and clinical significance. *Trans Am Ophthalmol Soc*, 84: 488-526.
86. Shepherd WM, McCarthy MD (1955) Observations on the appearance and ossification of the premaxilla and maxilla in the human embryo. *Anat Rec*, 121: 13-21.
87. Sperber GH (1989) *Craniofacial embryology*. Wright, London.
88. Styszyński A (1993) *Rozwój siatkówki u zarodków ludzkich*. Praca dokt, Bibl UM, Poznań.
89. Styszyński A, Bruska M, Woźniak W (2001) Morphometric study of the cornea in human embryos. *Folia Morphol*, 60: 57-59.
90. Styszyński A, Woźniak W, Bruska M (1998) Morphometric study of the human embryonic retina. *Folia Morphol*, 57: 212-220.

91. Styszyński A, Woźniak W, Bruska M (1997) Morphometric study of the lens in staged human embryos. *Folia Morphol*, 56: 267-272.
92. Tamura T, Smelser GK (1973) Development of the sphincter and dilator muscles of the iris. *Arch Ophthalmol*, 88: 332-339.
93. Tapadia MD, Cordero DR, Helms JA (2005) Its all in your head: new insights into craniofacial development and deformation. *J Anat*, 207: 461-477.
94. Taranova OV, Magness St, Fagan BM, Wu Y, Surzenko N (2006) Sox 2 is a dose- dependent regulator of retinal neural progenitor competence. *Genes Dev*, 20: 1187-1202.
95. Taylor WOG (1939) The effect of nucleation of one eye in childhood upon the subsequent development of the face. *Trans Ophthalmol Soc UK*, 59: 361-375.
96. Tomasik E, Czepita D, Żejmo M, Czerwiński F (2005) Fetal ocular and orbital development in humans. *Durham Anthropol J*, 12: 1-3.
97. Twitty VC, Elliott HA (1932) Influence of the eye on the growth of its associated structures, studied by means of heteroplastic transplantation. *J Exp Zool*, 61: 133-147.
98. Vacher C, Copin H, Sakka M (1999) Maxillary ossification In a series of six human embryos and fetuses aged from 9 to 12 weeks of amenorrhea: clinical implications. *Surg Radiol Anat*, 21: 261-266.
99. Van Raay, Moor KB, Iordanova I, Steete M, Jamrich M (2005) Frizzled 5 signaling governs the neural potential of progenitors in the developing *Xenopus* retina. *Dev Neurosci*, 26: 352-358.
100. Varrela J, Koski K (1990) Trigeminal foraminal pattern in the face. *Acta Anat*, 138: 208-211.
101. Wachtler F, Jacob JJ, Jacob M, Christ B (1984) The extrinsic ocular muscles in birds are derived from the prechordal plate. *Naturwissen- schaften*, 71: 379-380.
102. Wadhwa A, Jotwani G, Bijlani V (1993) Human retinal ganglion cell development in early prenatal period using carbocyanine dye Dil. *Neurosci Lett*, 157: 175-178.
103. Washburn SL, Detwiller SR (1943) An experiments bearing on the problems of physical anthropology. *Am J Phys Anthropol*, NS1: 171-182.

104. Wedden SE, Ralphs JR, Tickle C (1988) Pattern Formation in the facial primordium. *Development*, 103 suppl: 31-40.
105. Wellens HLL, Kuijpers- Jagtman AM, Halazonetis DJ (2013) Geometric morphometric analysis of craniofacial variation, ontogeny and modularity in cross-sectional sample of modern humans. *J Anat*, 222: 397-409.
106. Vermeij-Keers Ch (1972) Transformations in the facial region of the human embryo. *Adv Anat Embryol Cell Biol*, 46: 6-30.
107. Wójtowicz-Kaczmarek K (1995) Rozwój wrzecion mięśniowych w mięśniach prostych gałki ocznej u płodów ludzkich. Praca dokt, Bibl UM Poznań.
108. Woo J-K (1949) Ossification and growth of the human maxilla, premaxilla and palate bone. *Anat Rec*, 105: 737-762.
109. Woźniak W, O'Rahilly R (1980) The time of appearance and the developmental sequence of the parasympathetic ganglia in staged human embryos. *Anat Rec*, 196: 255A-256A.
110. Youssef E (1964) The development of the skull in a 34 mm human embryo. *Acta Anat*, 57: 72-90.
111. Zaghoul N, Moody SA (2007) Alterations of rx 1 and pax 6 expression levels at neural plate stages differentially affect the production of retinal cell types and maintenance of retinal stem cell qualities. *Dev Biol*, 306: 222-240.
112. Zuber ME, Gestri G, Viczian AS, Barsacchi G, Harris WA (2003) Specification of the vertebrate eye by a network of eye field transcription factors. *Development*, 130: 5155-5167.
113. Zumpano MP, Richtsmeler JT (2003) Growth-related shape changes in the fetal craniofacial complex of humans (*Homo sapiens*) and pigtailed macaques (*Macaca nemestrina*), a 3D-CT comparative analysis. *Am J Phys Anthropol*, 120: 339-351.

VIII. Spis rycin

Ryc. 1. Płód długości Si 150mm (16 tygodni)

Ryc. 2. Płód długości Si 260 mm (27 tygodni)

Ryc. 3. Płód długości Si 180mm (19 tygodni)

Ryc. 4. Czaszka płodu długości Si 325 mm (36 tygodni)

Ryc. 5. Prawa gałka oczna płodu długości Si 150 mm (16 tygodni)

Ryc. 6. Wymiary oczodołu u płodów od 9. do 40. tygodnia

Ryc. 7. Wymiary gałki ocznej u zarodków

Ryc. 8. Wymiary gałki ocznej u płodów 9. do 40. tygodnia

Ryc. 9. Przekrój strzałkowy zarodka w stadium 13 (32 dni)

Ryc. 10. Przekrój strzałkowy zarodka w stadium 13 (32 dni)

Ryc. 11. Przekrój poziomy zarodka w stadium 13 (32 dni)

Ryc. 12. Przekrój poziomy zarodka w stadium 14 (33 dni)

Ryc. 13. Przekrój poziomy zarodka w stadium 14 (33 dni)

Ryc. 14. Przekrój poziomy zarodka w stadium 14 (33 dni)

Ryc. 15. Przekrój poziomy zarodka w stadium 14 (33 dni)

Ryc. 16. Przekrój strzałkowy zarodka w stadium 14 (33 dni)

Ryc. 17. Przekrój poziomy przez międzymózgowie i gałkę oczną u zarodka w stadium 15 (36 dni)

Ryc. 18. Przekrój strzałkowy kielicha ocznego u zarodka w stadium 15 (36 dni)

Ryc. 19. Przekrój poziomy zarodka w stadium 15 (36 dni)

Ryc. 20. Przekrój czołowy zarodka w stadium 16 (39 dni)

Ryc. 21. Przekrój czołowy zarodka w stadium 16 (39 dni)

Ryc. 22. Przekrój poziomy zarodka w stadium 16 (39 dni)

Ryc. 23. Przekrój poziomy zarodka w stadium 16 (39 dni)

Ryc. 24. Przekrój poziomy przez mózgowie zarodka w stadium 16 (39 dni)

Ryc. 25. Przekrój poziomy zarodka w stadium 16 (39 dni)

Ryc. 26. Przekrój poziomy zarodka w stadium 17 (41 dni)

Ryc. 27. Przekrój poziomy zarodka w stadium 17 (41 dni)

Ryc. 28. Przekrój poziomy zarodka w stadium 18 (44 dni)

Ryc. 29. Przekrój czołowy zarodka w stadium 18 (44 dni)

Ryc. 30. Przekrój poziomy zarodka w stadium 18 (44 dni)

Ryc. 31. Przekrój strzałkowy zarodka w stadium 18 (44 dni)

Ryc. 32. Przekrój poziomy zarodka w stadium 18 (44 dni)

Ryc. 33. Przekrój poziomy zarodka w stadium 19 (46 dni)

Ryc. 34. Przekrój poziomy zarodka w stadium 19 (46 dni)

Ryc. 35. Przekrój strzałkowy zarodka w stadium 19 (46 dni)

Ryc. 36. Przekrój strzałkowy zarodka w stadium 19 (46 dni)

Ryc. 37. Przekrój strzałkowy zarodka w stadium 19 (46 dni)

Ryc. 38. Przekrój poziomy zarodka w stadium 20 (49 dni)

Ryc. 39. Przekrój strzałkowy zarodka w stadium 20 (49 dni)

Ryc. 40. Przekrój ukośny czołowy zarodka w stadium 20 (49 dni)

Ryc. 41. Przekrój ukośny czołowy zarodka w stadium 20 (49 dni)

Ryc. 42. Zarodek w stadium 23 (56 dni)

Ryc. 43. Przekrój skośny czołowy zarodka w stadium 21 (51 dni)

Ryc. 44. Przekrój czołowy zarodka w stadium 21 (51 dni)

Ryc. 45. Przekrój czołowy zarodka w stadium 23 (56 dni)

Ryc. 46. Przekrój poziomy zarodka w stadium 22 (53 dni)

Ryc. 47. Przekrój poziomy zarodka w stadium 22 (53 dni)

Ryc. 48. Przekrój poziomy zarodka w stadium 21 (51 dni)

Ryc. 49. Przekrój strzałkowy zarodka w stadium 23 (56 dni)

Ryc. 50. Przekrój poziomy zarodka w stadium 23 (56 dni)

Ryc. 51. Skośny przekrój czołowy głowy płodu długości Si 35 mm (9 tygodni)

Ryc. 52. Skośny przekrój czołowy płodu długości Si 49 mm (10 tygodni)

Ryc. 53. Skośny przekrój czołowy głowy płodu długości Si 35 mm (9 tygodni)

Ryc. 54. Skośny przekrój czołowy głowy płodu długości Si 35 mm (9 tygodni)

Ryc. 55. Skośny przekrój czołowy płodu długości Si 49 mm (10 tygodni)

Ryc. 56. Skośny przekrój czołowy płodu długości Si 49 mm (10 tygodni)

Ryc. 57. Skośny przekrój czołowy płodu długości Si 49 mm (10 tygodni)

Ryc. 58. Skośny przekrój czołowy płodu długości Si 49 mm (10 tygodni)

Ryc. 59. Płód długości Si 78 mm (12 tygodni) widok od przodu

Ryc. 60. Zdjęcie boczne płodu długości Si 78 mm (12 tygodni)

Ryc. 61. Przekrój poziomy płodu długości Si 77 mm (12 tygodni)

Ryc. 62. Przekrój poziomy płodu długości Si 77 mm (12 tygodni)

Ryc. 63. Przekrój siatkówki płodu długości 71 mm (12 tygodni)

Ryc. 64. Przekrój poprzeczny przez odcinek przygałkowy nerwu wzrokowego płodu długości Si 63 mm (11 tygodni)

Ryc. 65. Płód długości Si 88 mm (13 tygodni)

Ryc. 66. Płód długości Si 125 mm (15 tygodni)

Ryc. 67. Przekrój poziomy płodu długości Si 86 mm (13 tygodni)

Ryc. 68. Przekrój poziomy gałki ocznej płodu długości Si 86 mm (13 tygodni)

Ryc. 69. Przekrój czołowy siatkówki płodu długości Si 110 mm (14 tygodni)

Ryc. 70. Płód długości Si 150 mm (16 tygodni)

Ryc. 71. Płód długości Si 260 mm (27 tygodni)

Ryc. 72. Prawa kość czołowa płodu długości Si 281 mm (31 tygodni)

Ryc. 73. Lewa kość czołowa płodu długości Si 281 mm (31 tygodni)

Ryc. 74. Prawa szczęka płodu długości Si 281 mm (31 tygodni)

Ryc. 75. Czaszka płodu długości Si 325 mm (36 tygodni)

IX. Streszczenie

Celem badań jest:

1. Opis rozwoju kości tworzących oczodół
2. Prześledzenie rozwoju gałki ocznej
3. Prześledzenie rozwoju narządów dodatkowych oka.

Badania przeprowadzono na 29 zarodkach i 67 płodach. Zarodki i 19 płodów w wieku od 9. do 14. tygodnia zatapiano w całości w parafinie lub paraplaście i wykonywano seryjne skrawki w płaszczyźnie czołowej, strzałkowej i poziomej. Dziewięć płodów w wieku od 9. do 31. tygodnia przeznaczono do barwienia alizaryną u 48 płodów od 9. do 40. tygodnia preparowano wejście do oczodołu oraz zawartość oczodołu. Usuwano część oczodołową kości czołowej i usuwano gałkę oczną jednostronnie. Seryjne skrawki zarodków i płodów barwiono według rutynowych metod histologicznych i impregnowano solami srebra. Badano wymiary gałki ocznej zarodków i płodów oraz wymiary wejścia do oczodołu i jego głębokość u płodów. Dokumentacje badań stanowią zdjęcia, tabele i wykresy. We wczesnym okresie rozwoju zarodkowego mezenchyma otaczająca gałkę oczną stanowi zawiązek oczodołu. Kości tworzące oczodół kostnieją na podłożu błoniastym z wyjątkiem kości klinowej, która kostnieje na podłożu chrzęstnym. Kostnienie na podłożu błoniastym rozpoczyna się w 7. tygodniu okresu zarodkowego. W okresie zarodkowym następuje szybki rozwój gałki ocznej, począwszy od pęcherzyka ocznego do rozwoju warstw siatkówki, które ostatecznie są uformowane do 15. tygodnia okresu płodowego. Narządy dodatkowe oka (powieki, spojówka, narząd łzowy i mięśnie) rozwijają się w okresie zarodkowym. Najwcześniej spośród tych narządów rozwijają się mięśnie. Ostateczny rozwój tych narządów dokonuje się w 1. i 2. trymestrze.

Naczynia i nerwy oczodołu rozwijają się począwszy od stadium 13 (32 dni). Pod koniec okresu zarodkowego tworzą się rozgałęzienia nerwów i naczyń oczodołu. Intensywny rozwój ścian kostnych oczodołu rozpoczyna się w 10. tygodniu okresu płodowego. Do 30. tygodnia okresu płodowego następuje całkowite kostnienie kości tworzących oczodół, z wyjątkiem części tylnej ściany dolnej. Rozwój oczodołu uwarunkowany jest rozwojem oka, szczególnie w okresie zarodkowym. Na rozwój ten wpływa także kształtowanie narządów ochronnych i mięśni, oraz naczyń, nerwów, tkanki łącznej i tłuszczowej oczodołu.

X. Summary

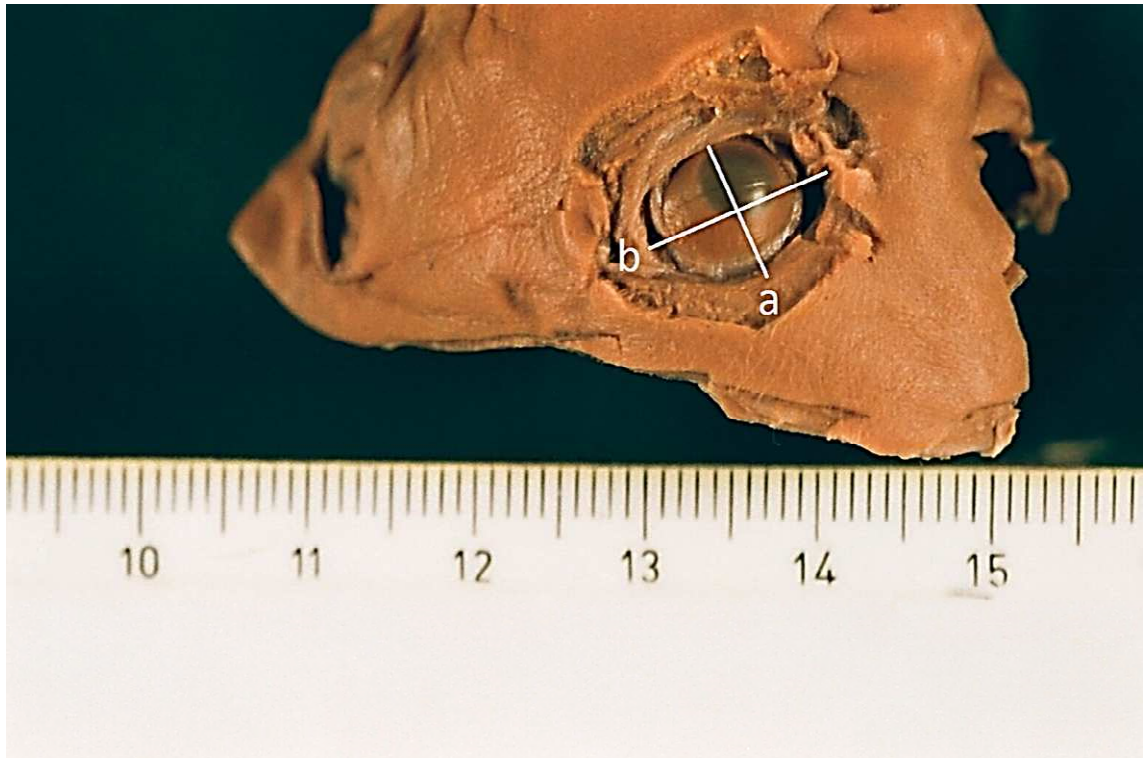
The aim of study was:

1. Description of the development of bones forming orbit.
2. Observations of the development of the eye.
3. Description of the developing accessory organs of eye.

Study was performed on 29 embryos and 67 fetuses. All embryos and 19 fetuses aged between 9 and 14 weeks were embedded in toto in parafin, or paraplast and serially sectioned in frontal, sagittal and horizontal planes. In 19 fetuses the internal organs were removed and these fetuses were stained with alizarine. In the rest of fetuses (48) the entrance, to the orbit were dissected and measured. The orbital part of the frontal bone was removed and the contents of the orbit was dissected. One eye was removed and measured. Serial sections of embryos and fetuses were stained with routine histological methods and impregnated with silver salts. The measurements of the orbit and eyeball were made. During early embryonic period the mesenchyme around the developing eye forms the primordium of the orbit. The bones of the orbit ossify as membranous bones. Exception is in the sphenoid bone which develops as endochondral structure. Ossification in membranous bones begins at 7th week. During the embryonic period the eyeball growth fast and at 15th fetal week all layers of the retina are formed.

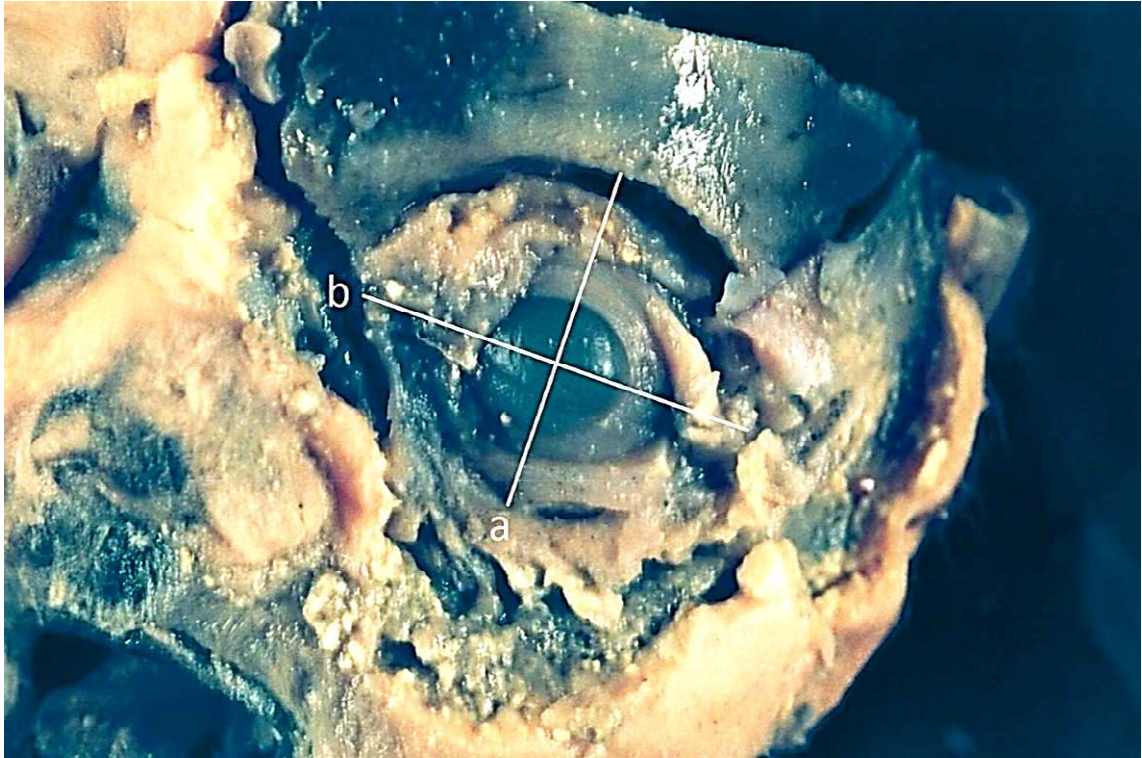
The accessory organs of the eyeball (eyelids, conjunctiva, lacrimal gland and duct, and muscles) are visible in the embryonic period. External muscles of the eye develop as the first structures. The final development of these organs is formed during the 1st and 2nd trimester.

Blood vessels invade the orbit at stage 13 (32 days). At the end of the embryonic period the ramifications of nerves and vessels of the orbit develop. Intensive ossification of the orbit begins at 10th fetal week. Up to the 30th week the bony walls of the orbit are formed, except the posterior part of the inferior wall. The development of the orbit is influenced by the growth of eyeball, particularly in the embryonic period. This development is also under influence of accessory eye organs as well as connective and adipose tissues.



Ryc.1. Płód długości Si 150mm (16 tygodni). Strona lewa, brzegi wejścia do oczodołu po usunięciu tkanek miękkich.

a - wymiar pionowy wejścia, b - wymiar poprzeczny wejścia.

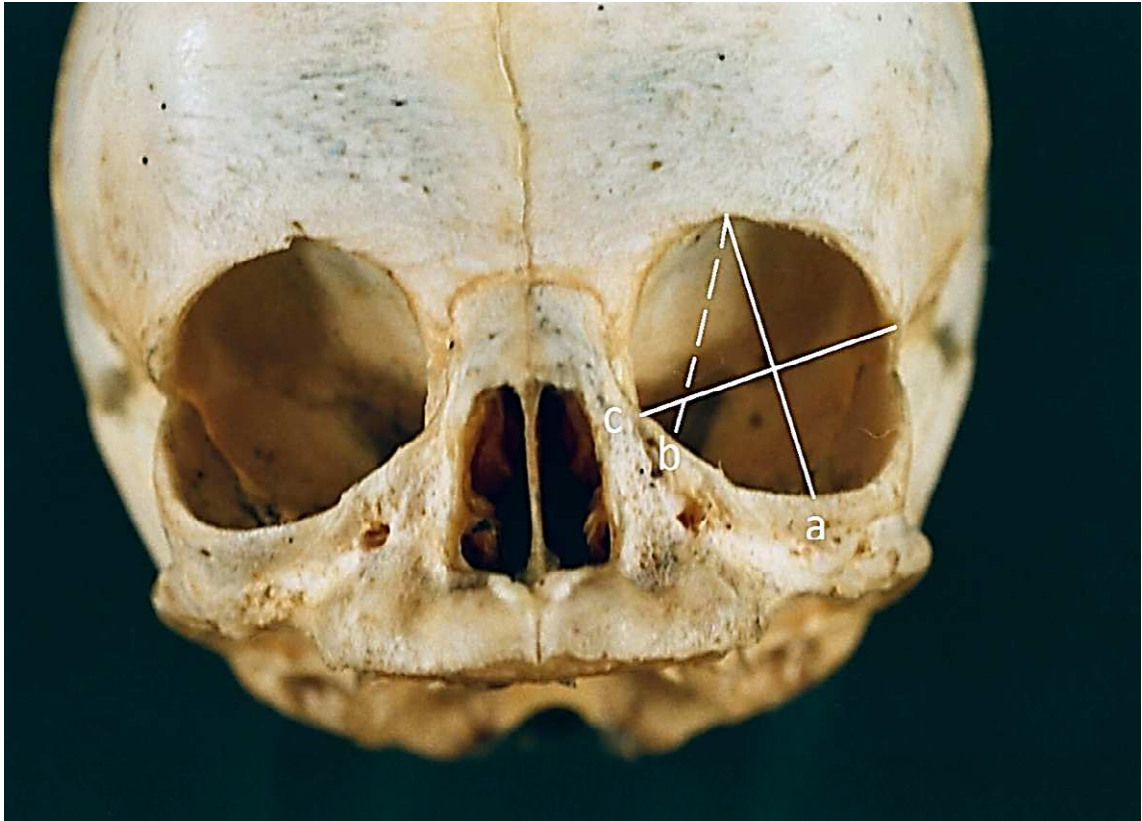


Ryc.2. Płód długości Si 260mm (27 tygodni). Strona lewa.
Brzegi wejścia do oczodołu po usunięciu tkanek miękkich.
a - wymiar pionowy wejścia, b - wymiar poprzeczny wejścia.



Ryc.3. Płód długości Si 180mm (19 tygodni). Prawa gałka oczna i nerw wzrokowy po usunięciu ściany górnej oczodołu.

a - wymiar podłużny (głębokość) oczodołu, b - gałka oczna,
c - nerw wzrokowy, d - kanał wzrokowy, e - m. prosty górny.



Ryc.4. Czaszka płodu długości Si 325mm (36 tygodni).

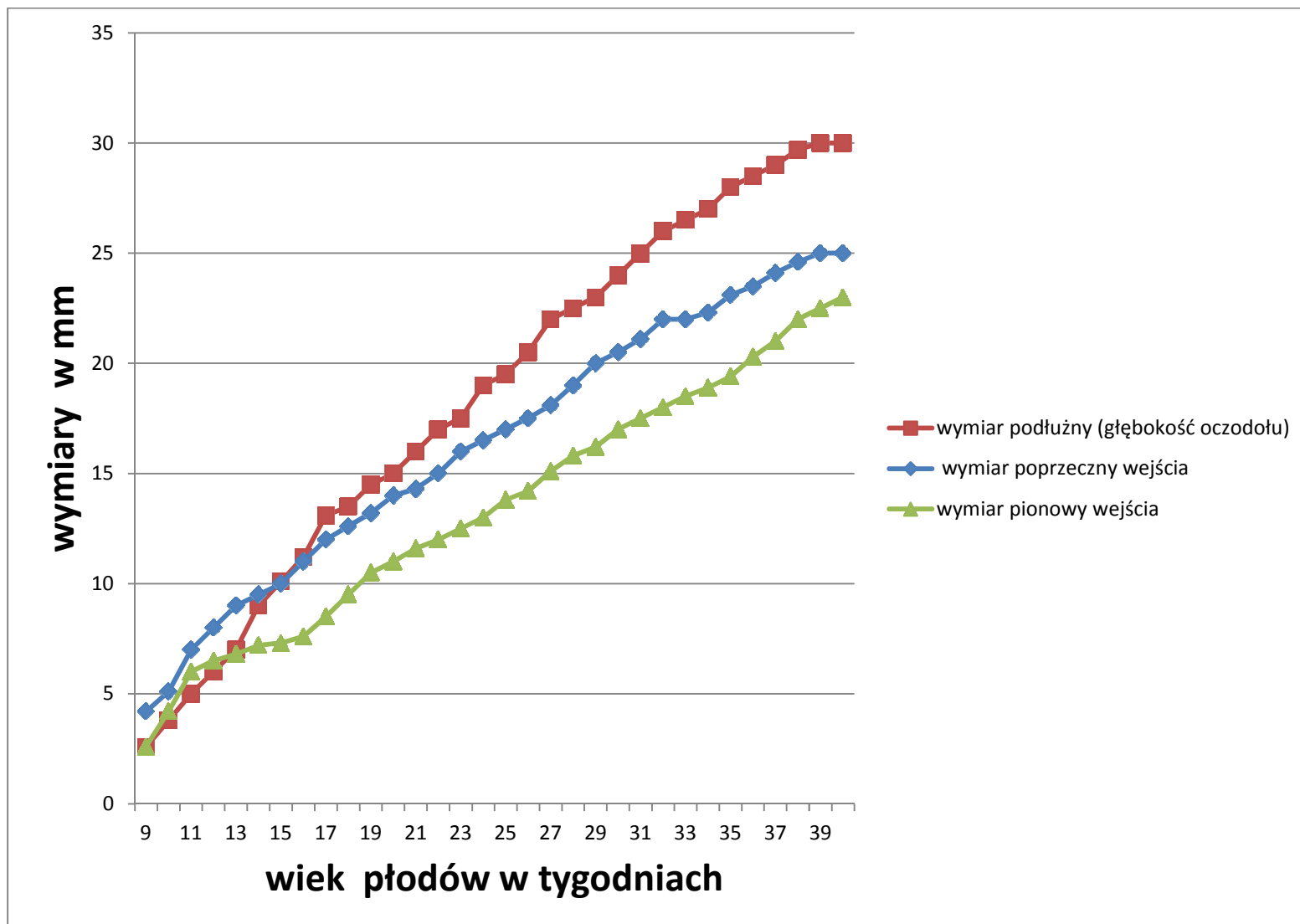
Linie oznaczają wymiary oczodołu.

a - wymiar pionowy wejścia, b - wymiar podłużny (głębokość),
c - wymiar poprzeczny wejścia.

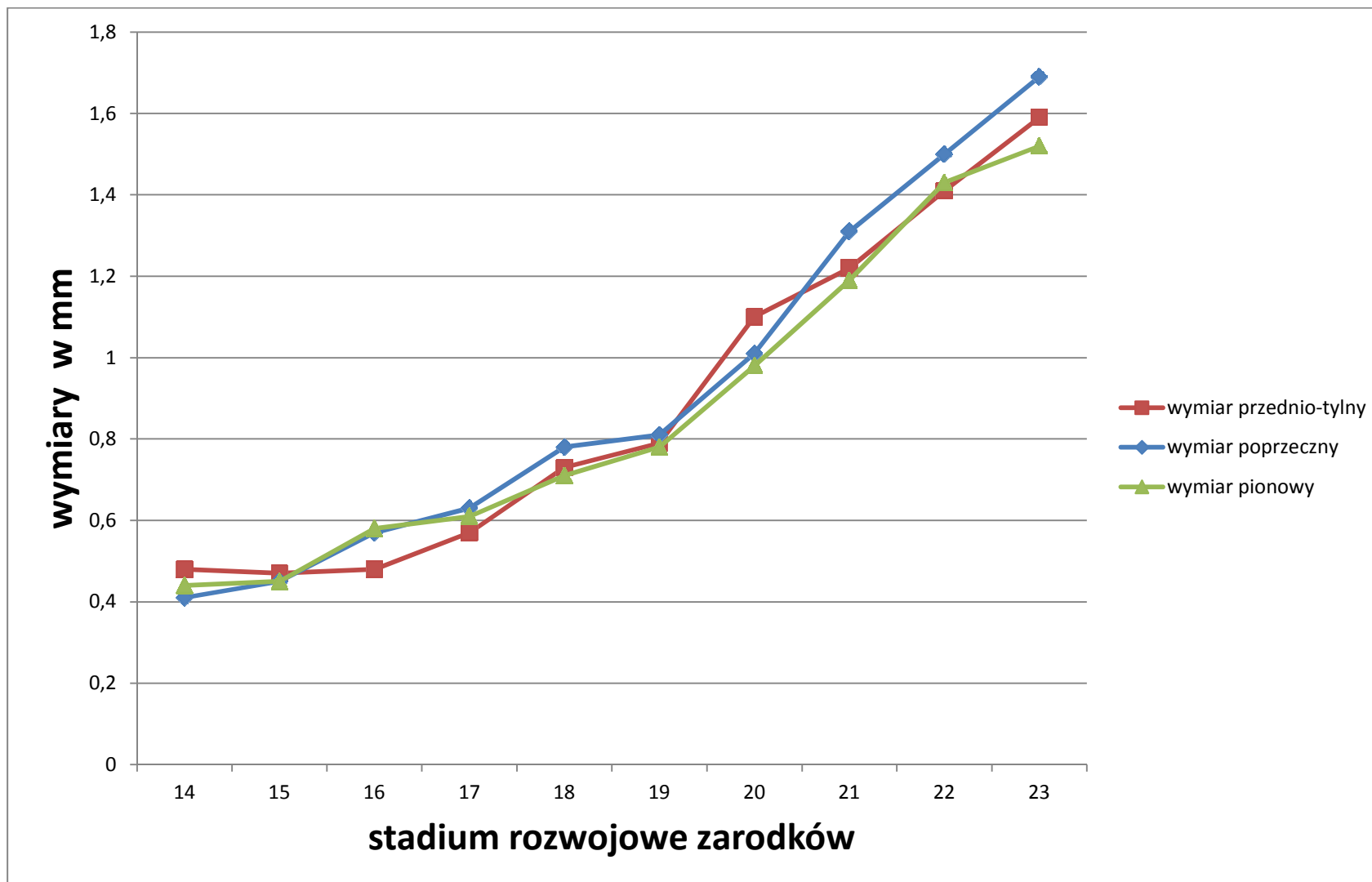


Ryc.5. Prawa gałka oczna płodu długości Si 150mm (16 tygodni).

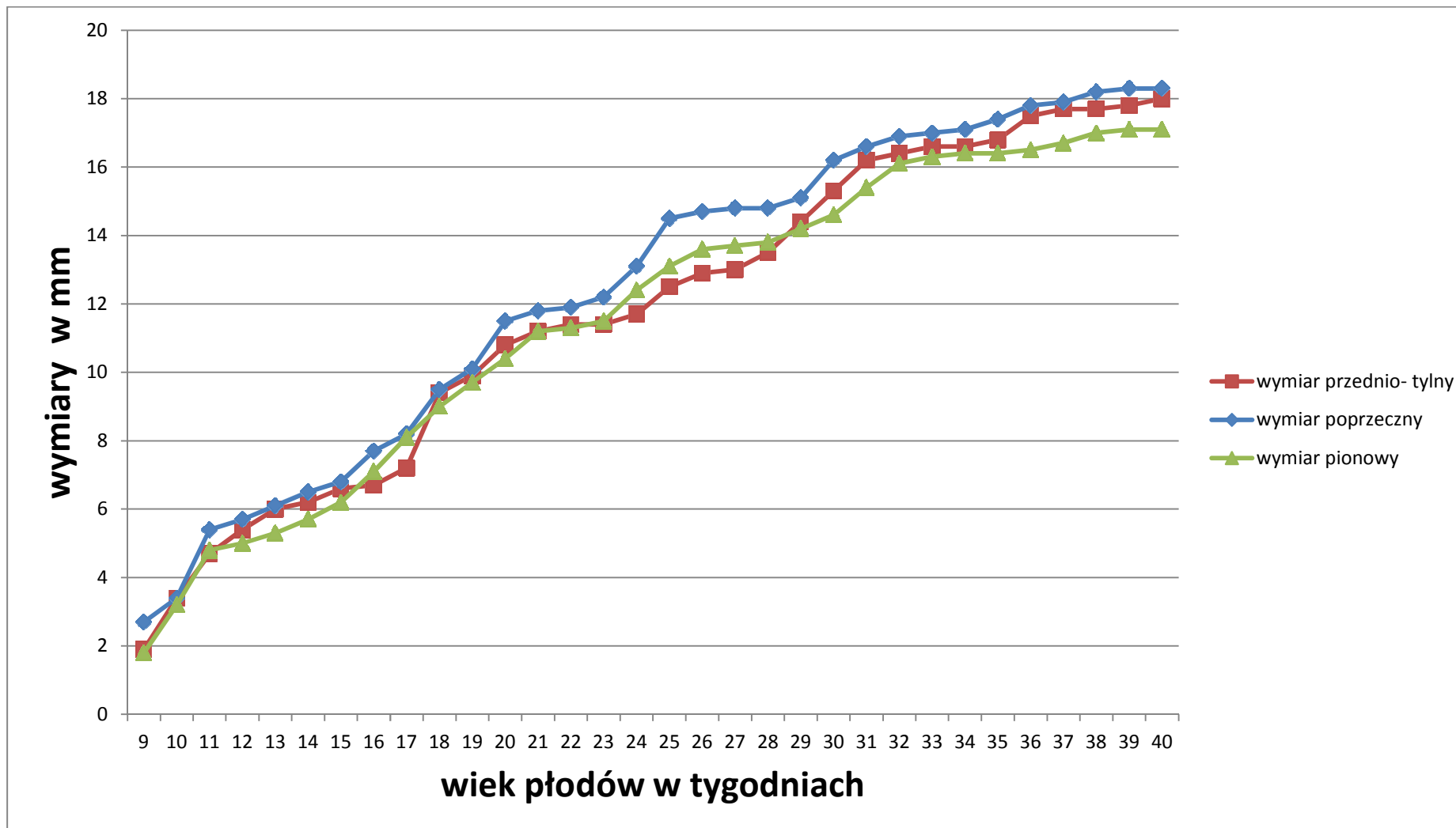
a - m.prosty boczny, b - nerw wzrokowy.



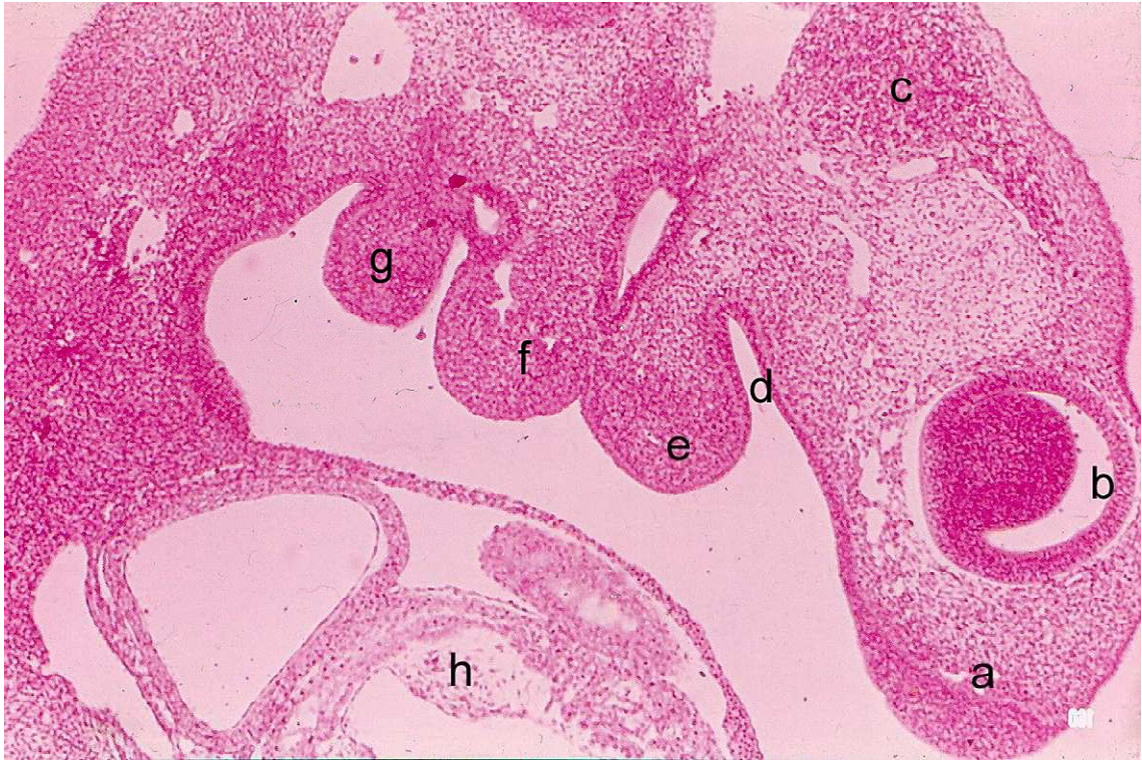
Ryc. 6. Wymiary oczodołu u płodów od 9. do 40. tygodnia.



Ryc. 7. Wymiary gałki ocznej u zarodków.

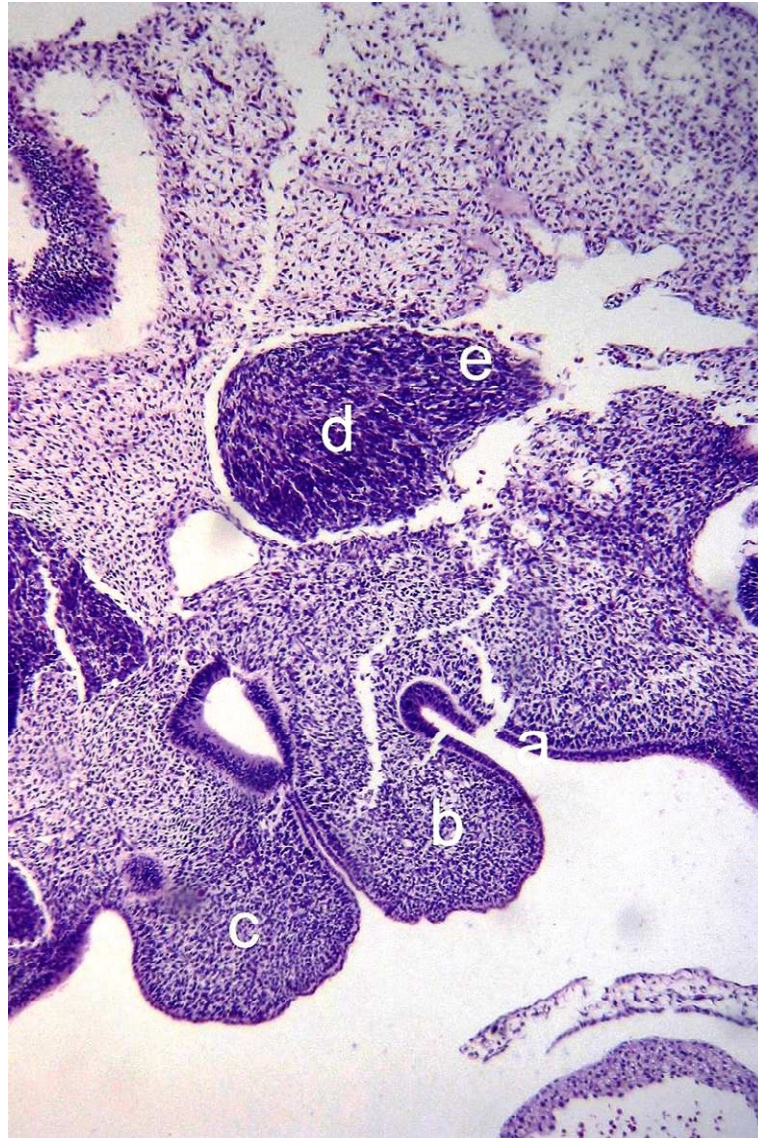


Ryc. 8. Wymiary gałki ocznej u płodów od 9. do 40. tygodnia.



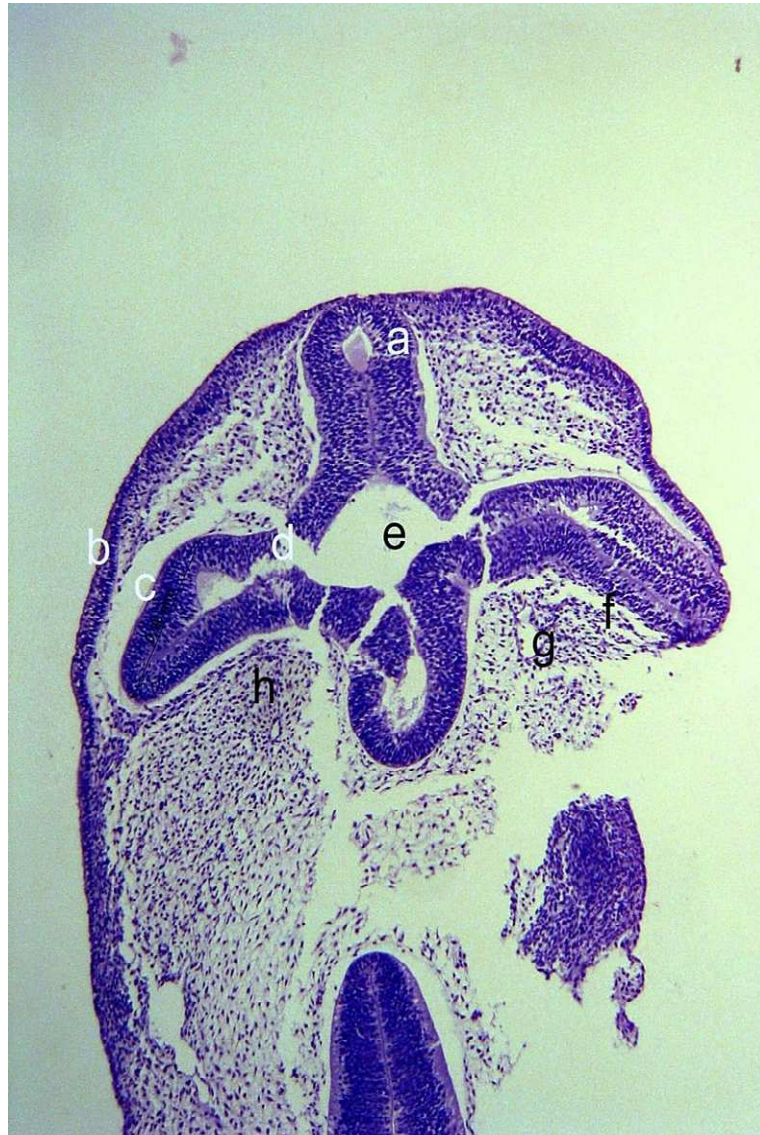
Ryc.9. Przekrój strzałkowy zarodka w stadium 13 (32 dni).
Barwienie hematoksyliną i eozyną, x40.

a – wyniosłość czołowo nosowa, b – pęcherzyk oczny,
c – zwój trójdzielny, d – pierwotna jama ustna, e, f, g – łuki
gardłowe: pierwszy (e), drugi (f), trzeci (g), h – serce.



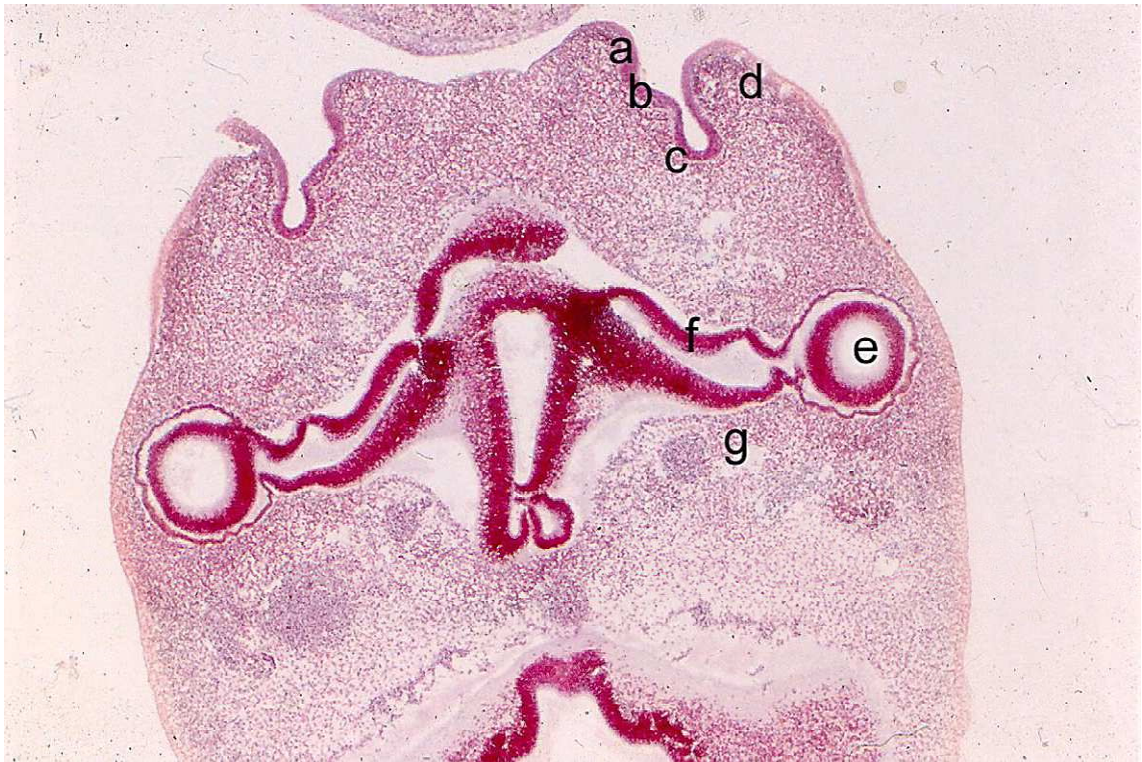
Ryc.10. Przekrój strzałkowy zarodka w stadium 13 (32 dni).
Barwienie fioletem krezyłu według Nissla, x100.

a – pierwotna jama ustna, b – pierwszy łuk gardłowy,
c – drugi łuk gardłowy, d – część szczękowo-żuchwowa zwoju trójdzielnego, e – część oczna zwoju trójdzielnego.



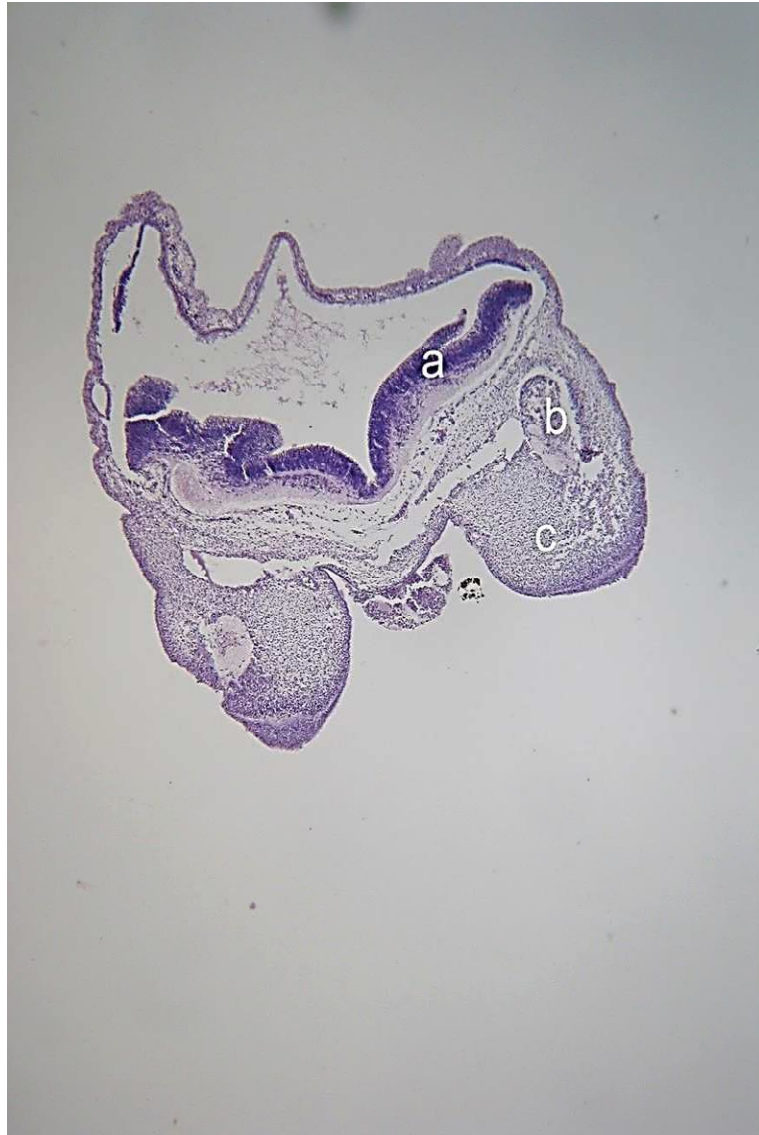
Ryc.11. Przekrój poziomy zarodka w stadium 13 (32 dni).
Barwienie hematoksyliną i eozyną, x100.

a – pęcherzyk kresomózgowia, b – tarcza soczewki, c – pęcherzyk oczny z tarczą siatkówki, d – jama oczna, e – komora III, f – tętnica oczna, g – tętnica szyjna wewnętrzna, h – zawiązek mięśnia prostego bocznego.



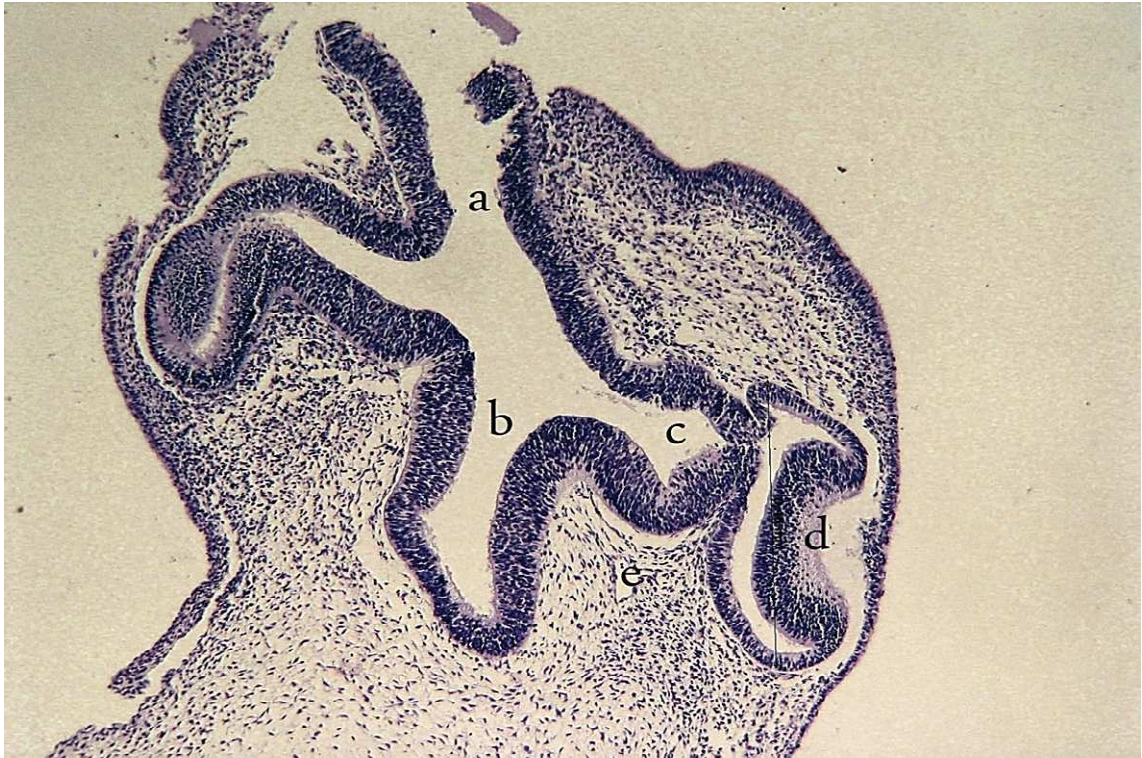
Ryc.12. Przekrój poziomy zarodka w stadium 14 (33 dni).
Barwienie hematoksyliną i eozyną, x40.

a – wyrostek nosowy przyśrodkowy, b – dołek wechowy,
c – wyrostek nosowy boczny, d – wyrostek szczękowy,
e – kielich oczny, f – jama oczna, g – zawiązek mięśnia prostego
bocznego.



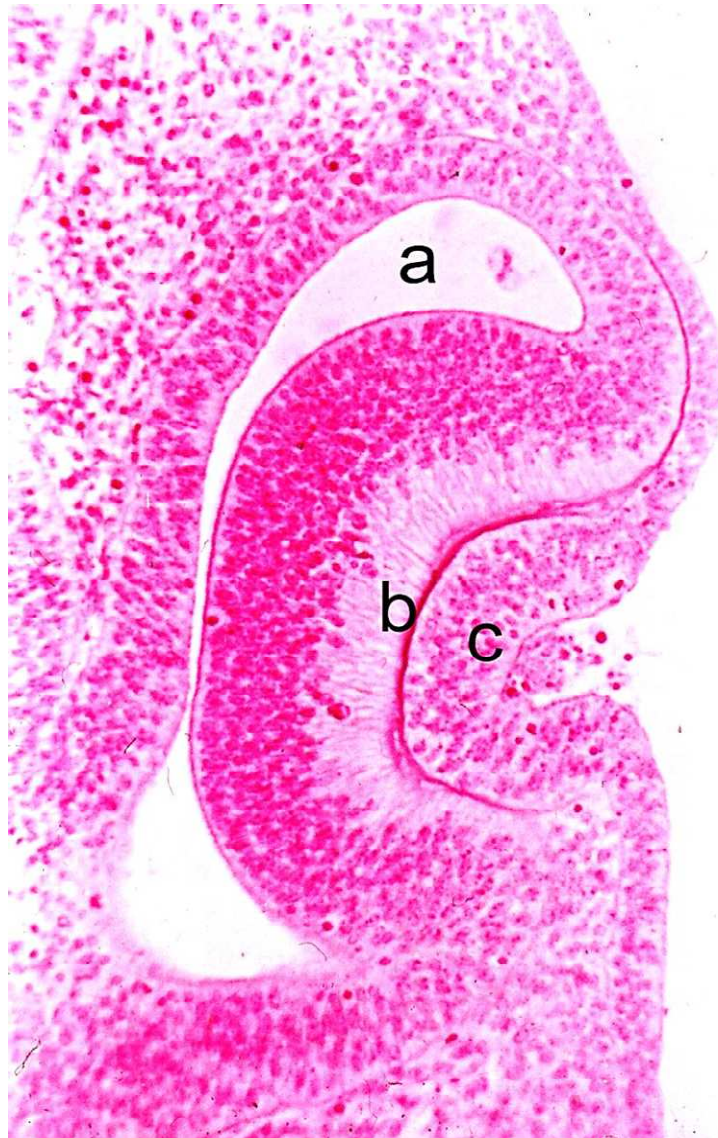
Ryc.13. Przekrój poziomy zarodka w stadium 14 (33 dni).
Barwienie hematoksyliną i eozyną, x40.

a – tyłomózgowie, b - nerw szczękowy, c - wyrostek szczękowy.



Ryc.14. Przekrój poziomy zarodka w stadium 14 (33 dni).
Barwienie fioletem krezyłu według Nissla, x100.

a – pęcherzyk kresomózgowia, b – międzymózgowie (komora III),
c – jama oczna, d – kielich oczny, e – tętnica szyjna wewnętrzna.



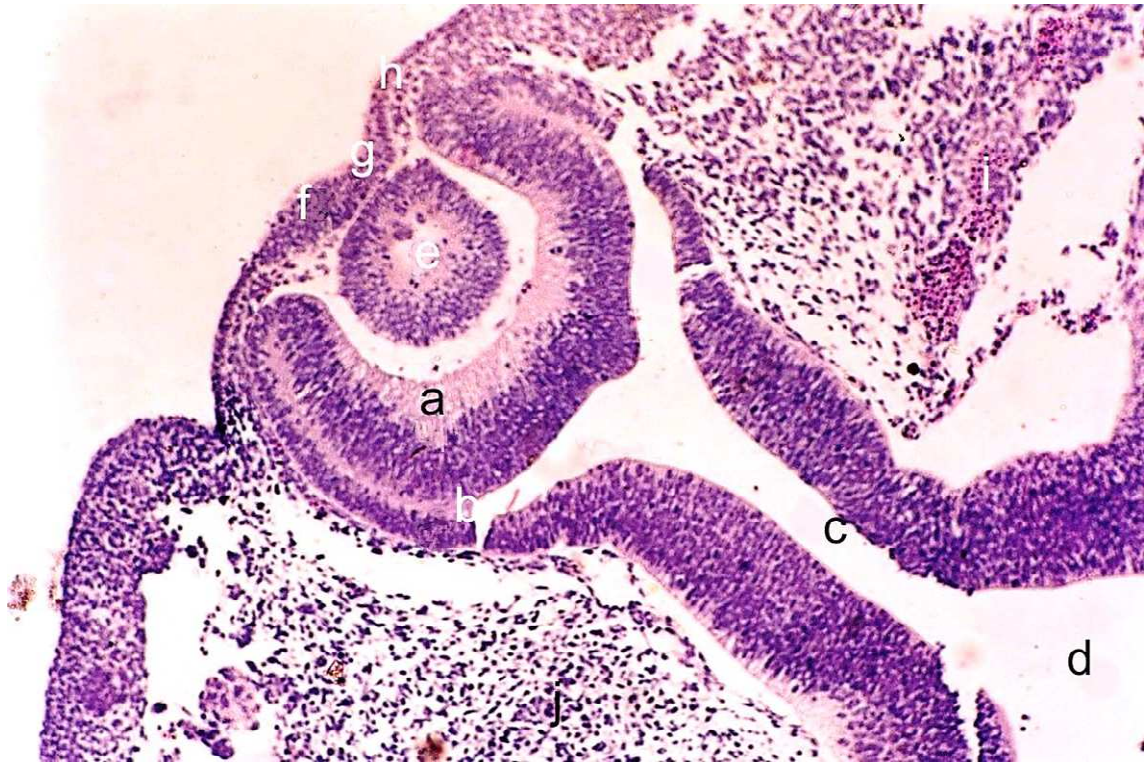
Ryc.15. Przekrój poziomy zarodka w stadium 14 (33 dni).
Barwienie H+E, x320.

a – jama oczna, b – kielich oczny, c- dołek soczewki.



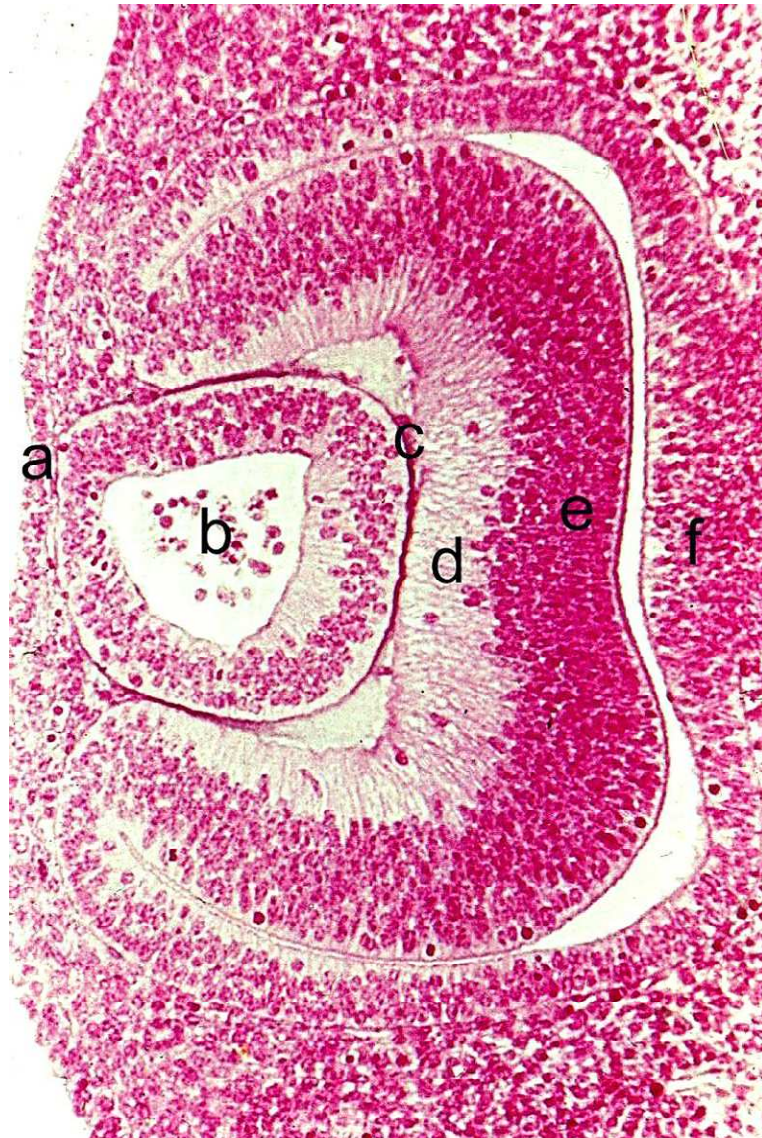
Ryc.16. Przekrój strzałkowy zarodka w stadium 14 (33 dni).
Barwienie fioletem krezyłu według Nissla, x100.

a – kielich oczny, b – zawiązek mięśni prostego górnego i skośnego górnego, c – szczelina oczna, zawierająca tętnicę ciała szklanego, d – jama ustna, e – język.



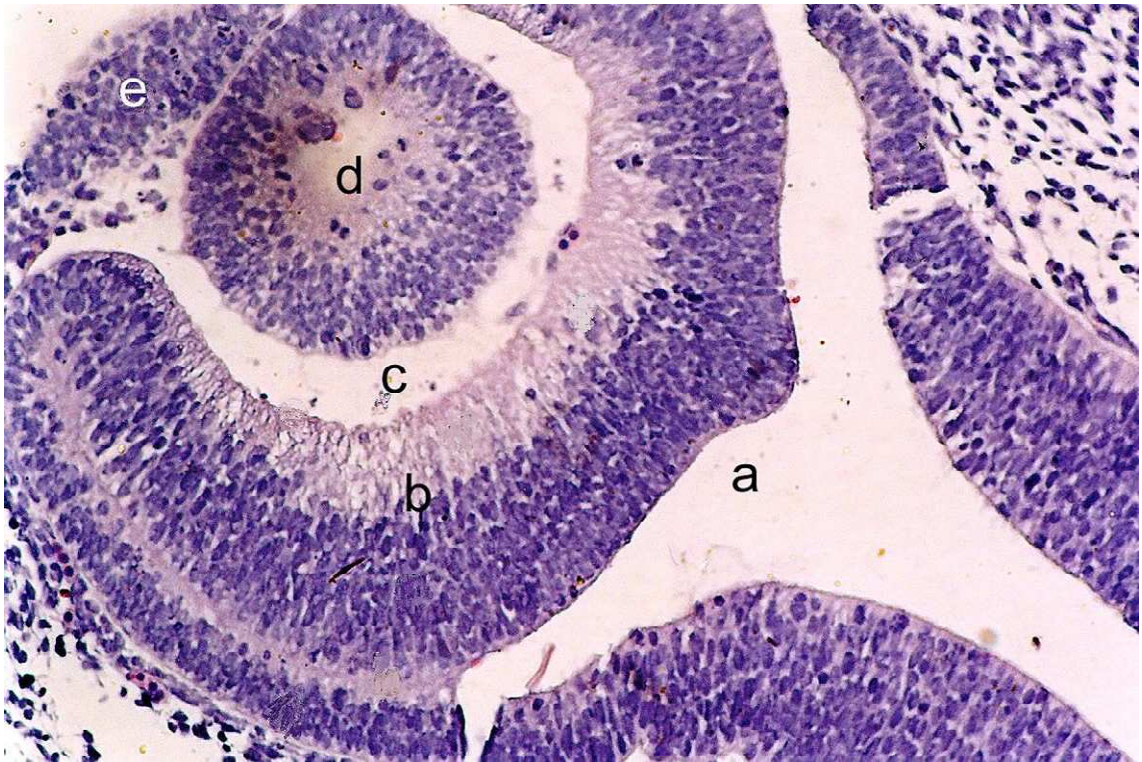
Ryc.17. Przekrój poziomy przez międzymózgowie i gałkę oczną u zarodka w stadium 15 (36 dni). Barwienie H+E, x100.

a – blaszka wewnętrzna kielicha wzrokowego, b – blaszka zewnętrzna kielicha wzrokowego, c – szypuła wzrokowa, d – komora III, e – pęcherzyk soczewki, f – ektoderma powierzchniowa, g – bruzda powiekowa, h – fałd powiekowy, i – żyła środkowa międzymózgowie uchodząca do splotu przedniego opony twardej, j – pierwotna żyła szczękowa.



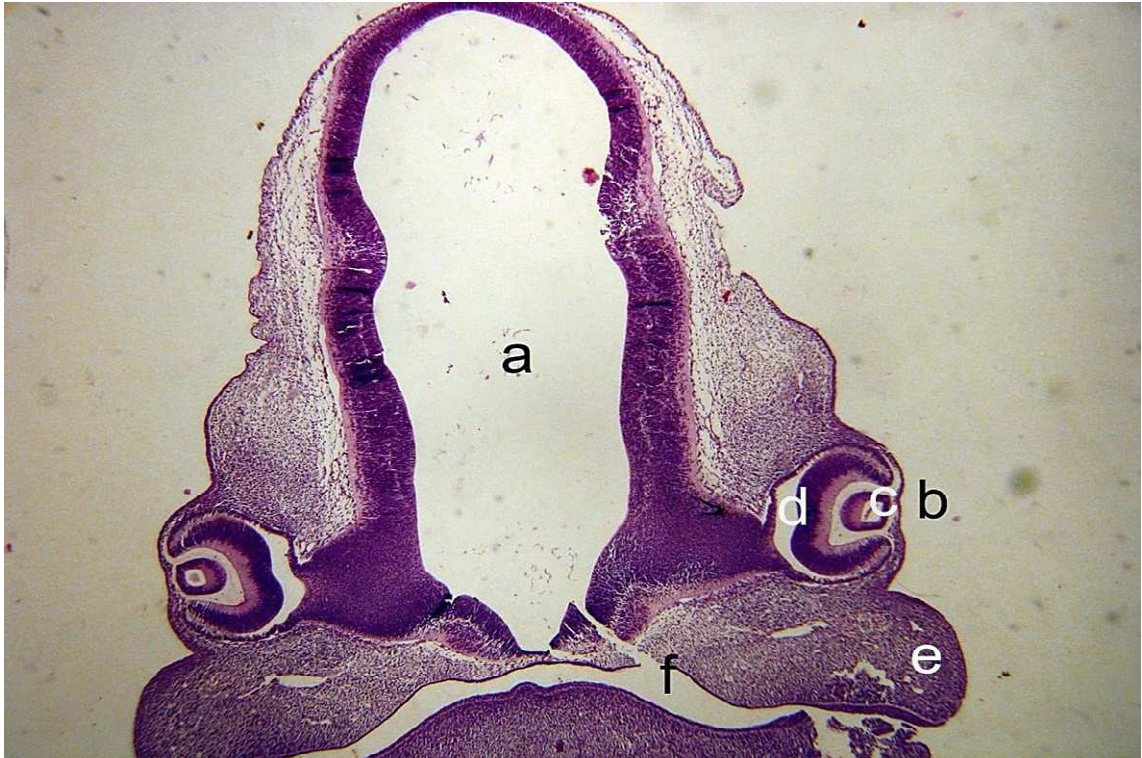
Ryc.18. Przekrój strzałkowy kielicha ocznego u zarodka w stadium 15 (36 dni). Barwienie H+E, x320.

a – ektoderma powierzchniowa, b – pęcherzyk soczewki, c – torebka pęcherzyka soczewki, d – warstwa wewnętrzna blaszki wewnętrznej kielicha ocznego, e – warstwa zewnętrzna blaszki wewnętrznej kielicha ocznego, f – blaszka zewnętrzna kielicha ocznego.



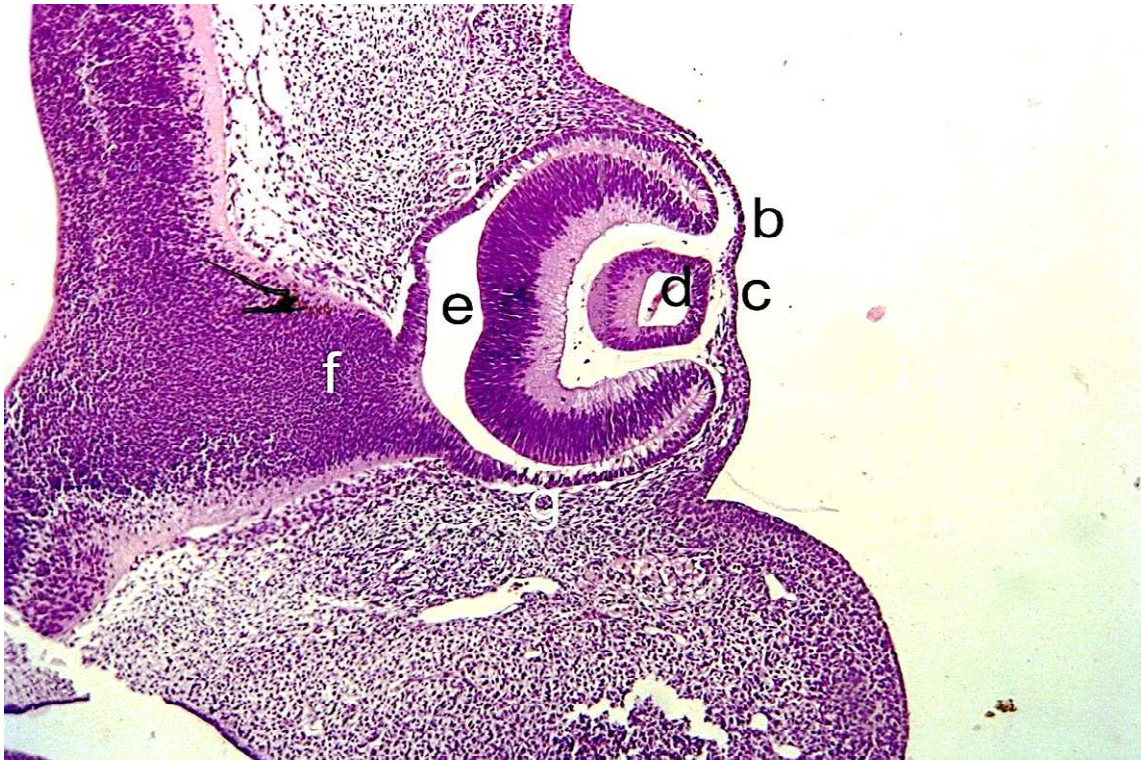
Ryc.19. Przekrój poziomy zarodka w stadium 15 (36 dni).
Barwienie H+E, x320.

a – jama oczna, b – blaszka wewnętrzna kielicha ocznego,
c – pierwotne ciało szkliste, d – pęcherzyk soczewki,
e – ektoderma powierzchniowa.



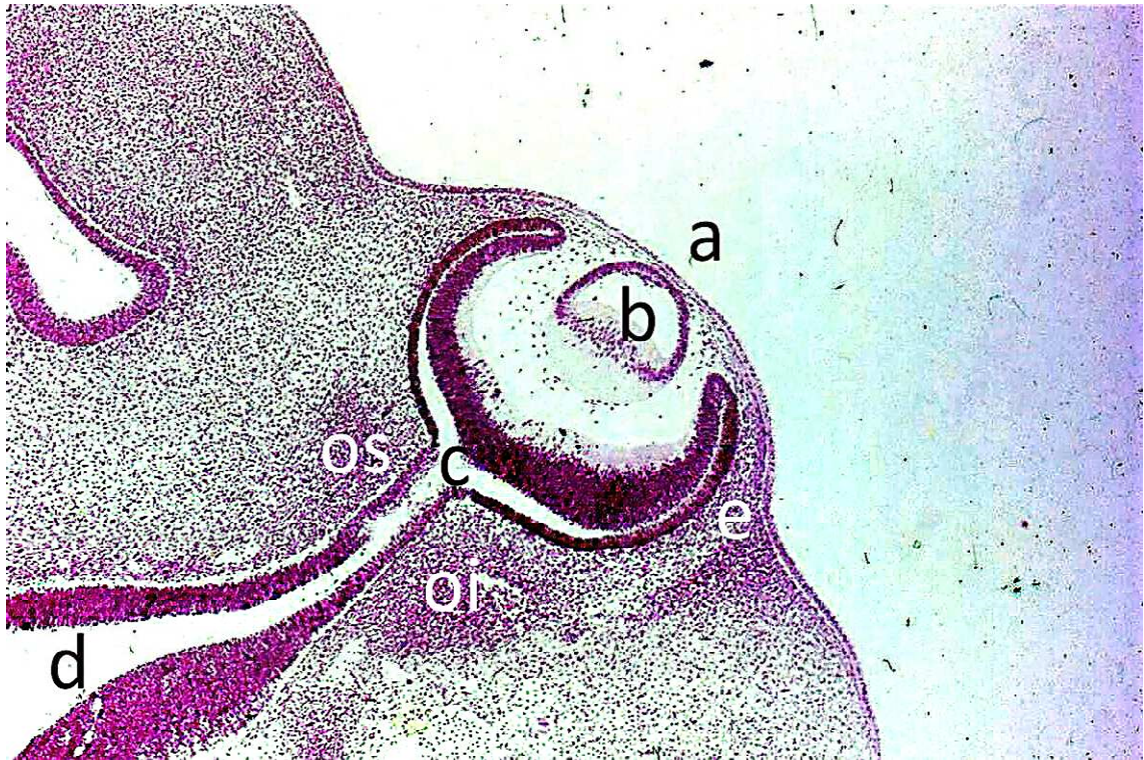
Ryc.20. Przekrój czołowy zarodka w stadium 16 (39 dni).
Barwienie H+E, x40.

a – międzymózgowie, b – nabłonek powierzchniowy, c – pęcherzyk soczewki, d – jama oczna, e – wyrostek szczękowy, f – jama ustna.



Ryc.21. Przekrój czołowy zarodka w stadium 16 (39 dni).
Barwienie H+E, x100.

a – tętnica oczna, b – fałd powiekowy, c – ektoderma powierzchniowa, d – pęcherzyk soczewki, e – jama oczna, f – szypuła oczna, g – związek mięśnia prostego dolnego i skośnego dolnego.



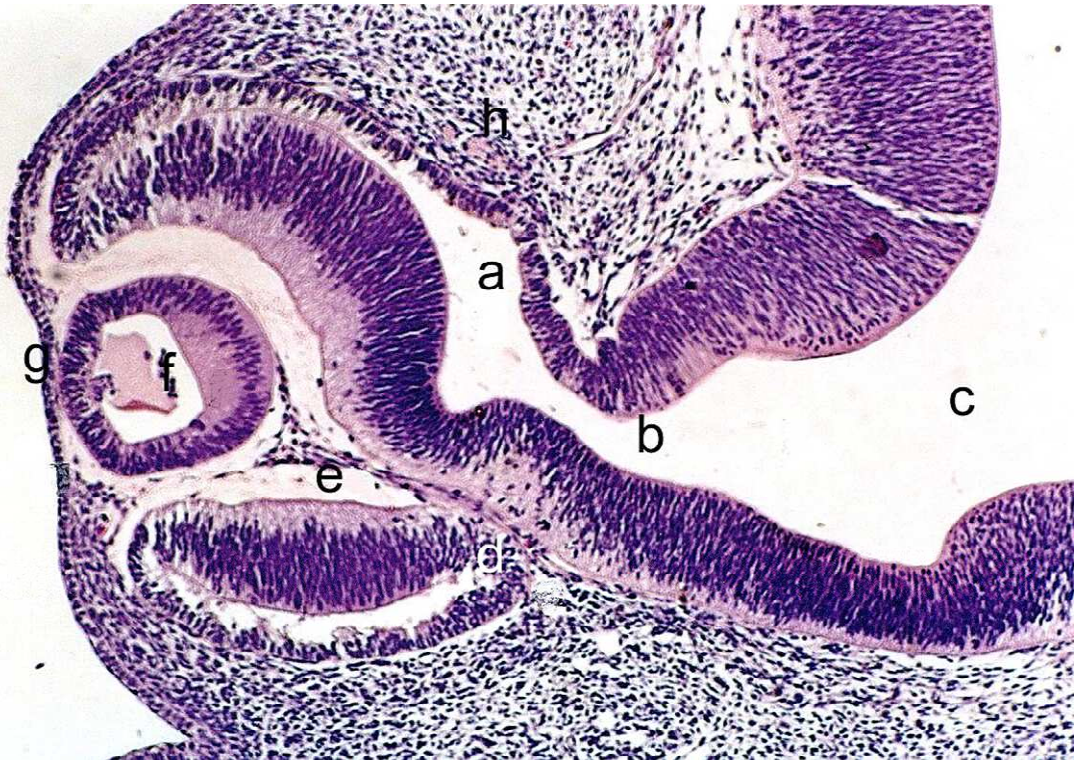
Ryc.22. Przekrój poziomy zarodka w stadium 16 (39 dni).
Barwienie H+E, x100.

a – nabłonek powierzchniowy, b – soczewka, c – jama oczna,
d – komora III, e – mięsień skośny górny, os – kondensacja
mezenchymy stanowiąca zawiązek ściany górnej kanału nerwu
wzrokowego, oi – kondensacja mezenchymy stanowiąca zawiązek
ściany dolnej kanału wzrokowego.



Ryc.23. Przekrój poziomy zarodka w stadium 16 (39 dni).
Barwienie H+E, x200.

a – warstwa barwnikowa, b – pierwotne ciało szkliste z rozgałęzieniami tętnicy ciała szklistego (błona naczyniowa soczewki), c – tętnica ciała szklistego, d – szczelina oczna.



Ryc.24. Przekrój poziomy przez mózgowie zarodka w stadium 16 (39 dni). Barwienie H+E, x160.

a – komora oczna, b – szypuła oczna, c – komora III, d – szczytina oczna, e – tętnica ciała szklanego, f – pęcherzyk soczewki, g – ektoderma powierzchniowa, h – gałęzie nerwu okoruchowego.



Ryc.25. Przekrój poziomy zarodka w stadium 16 (39 dni).
Impregnacja białczanem srebra według Bodiana, x100.

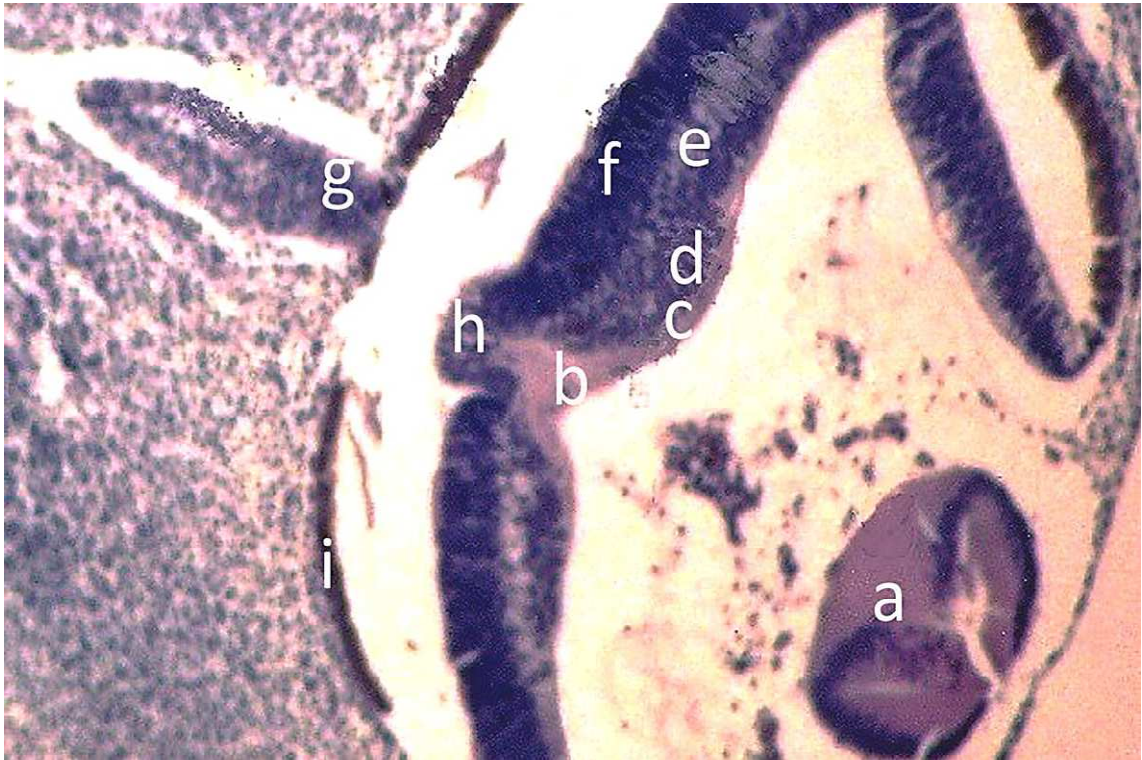
a – nerw boczny, b – pęcherzyk soczewki, c – kielich oczny,
d – szypuła oczna, e – zwój rzęskowy.



Ryc.26. Przekrój poziomy zarodka w stadium 17 (41 dni).

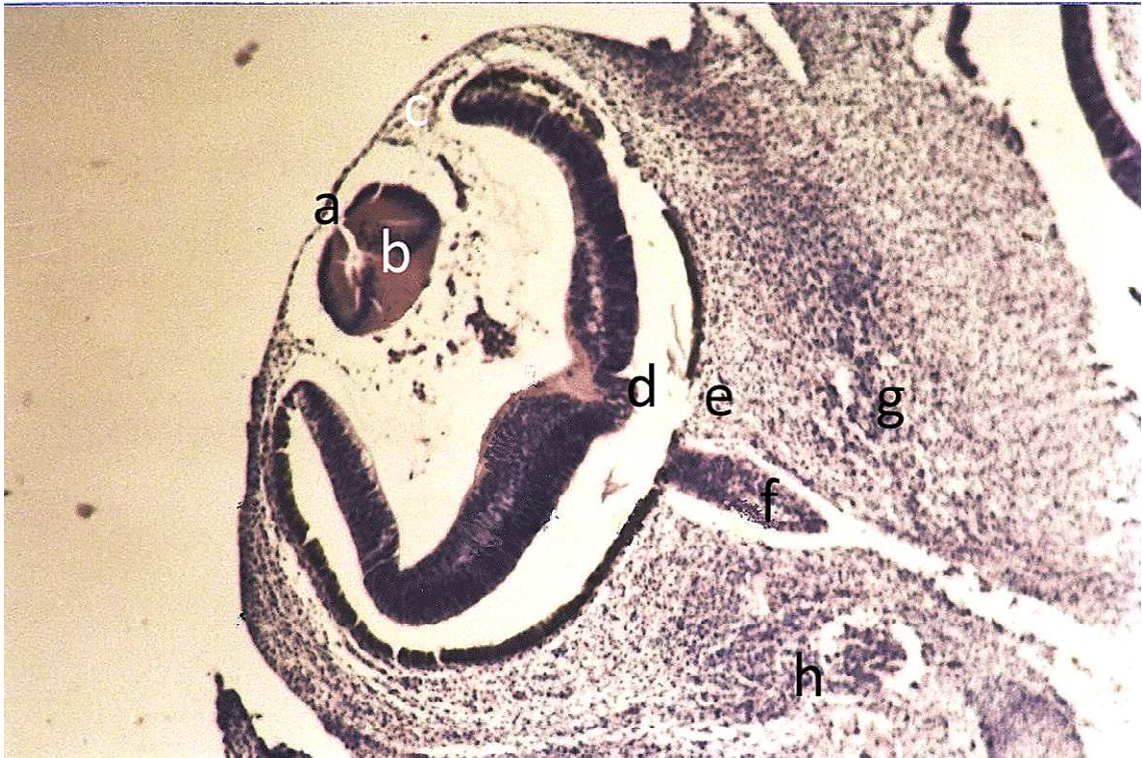
Impregnacja białczanem srebra według Bodiana, x40.

a – komora III, b – szypuła oczna, c – zawiązek gruczołu łzowego,
d – soczewka, e – powieka, f – przysadka mózgowa,
g – blaszka zewnętrzna kielicha ocznego (warstwa barwnikowa),
os – kondensacja mezenchymy powyżej szypuły ocznej stanowiąca
zawiązek górnej ściany kanału wzrokowego, oi – kondensacja
mezenchymy poniżej szypuły ocznej stanowiąca zawiązek dolnej
ściany kanału wzrokowego.



Ryc.27. Przekrój poziomy zarodka w stadium 18 (44 dni).
Barwienie H+E, x160.

a – soczewka, b – tarcza n. wzrokowego, c – warstwa włókien nerwu wzrokowego, d – warstwa zwojowa nerwu wzrokowego, e – warstwa przejściowa, f – pierwotna warstwa jądrzasta, g – szypuła oczna, h – nerw wzrokowy, i – blaszka zewnętrzna kielicha ocznego z ziarnami barwnika.



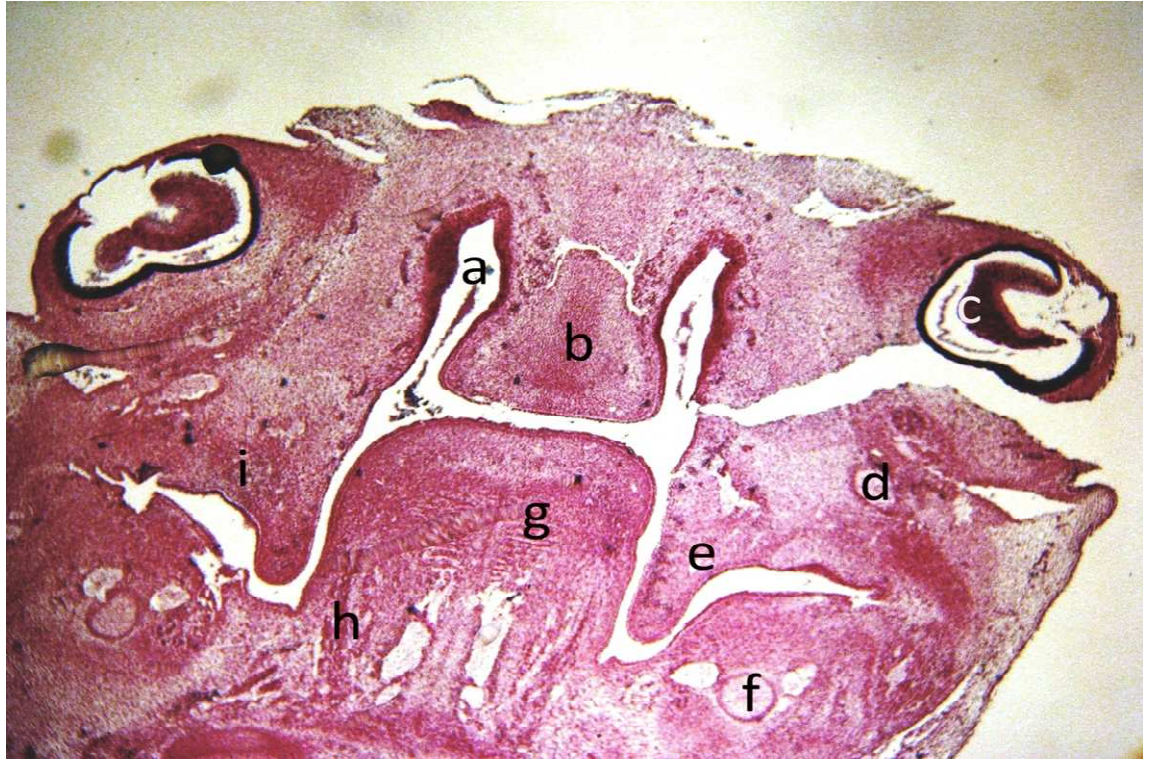
Ryc.28. Przekrój poziomy zarodka w stadium 18 (44 dni).
Barwienie H+E, x80.

a – ektoderma powierzchniowa, b – soczewka, c – mezenchyma
wzrastająca między ektodermę powierzchniową i soczewkę,
d – nerw wzrokowy, e – blaszka zewnętrzna kielicha ocznego,
f – szypuła oczna, g - mięsień prosty przyśrodkowy, h – mięsień prosty
boczny.



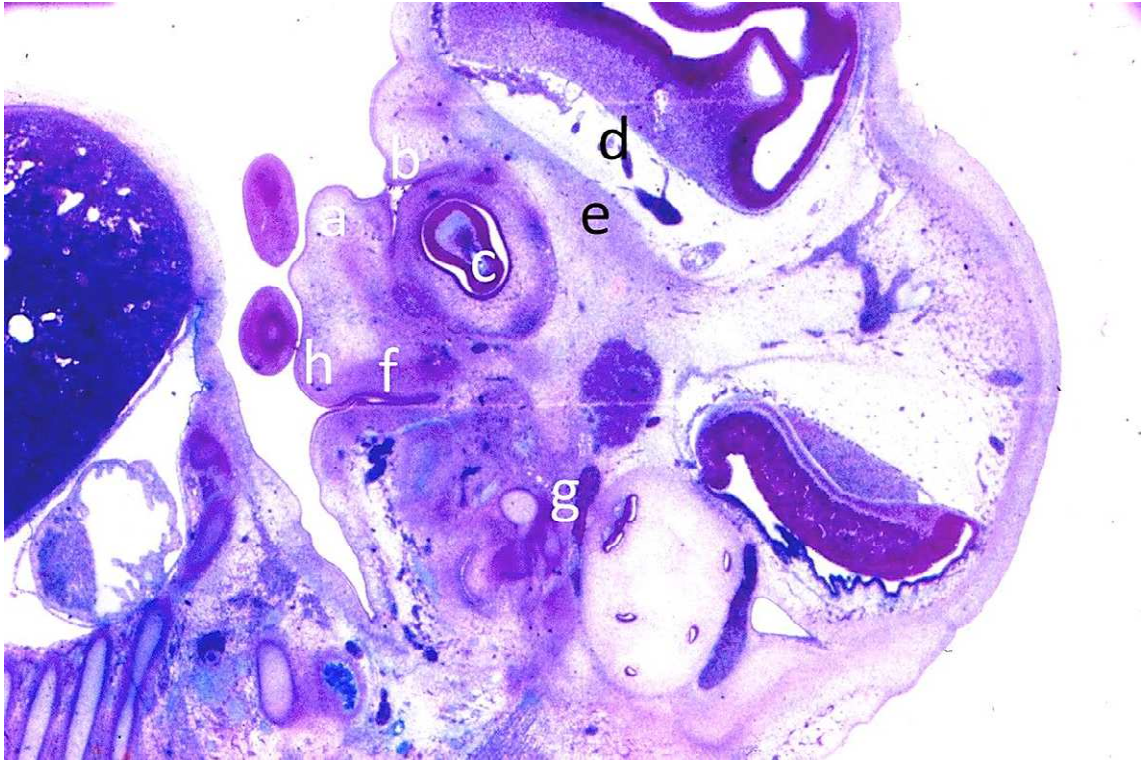
Ryc.29. Przekrój czołowy zarodka w stadium 18 (44 dni).
Barwienie H+E, x40.

a – mezenchyma stanowiąca część oczodołową kości czołowej,
b – mięsień prosty górny i dźwigacz powieki górnej, c – kondensacja mezenchymy stanowiąca zawiązek twardówki, d – soczewka,
e – sklepienie dolne spojówki, f – powieka dolna,
g – wspólny początek mięśni prostego dolnego i skośnego dolnego.



Ryc.30. Przekrój poziomy zarodka w stadium 18 (44 dni).
Barwienie H+E, x40.

a – jama nosowa, b – przegroda nosa, c – kielich oczny,
d – szczęka, e – wyrostek podniebienny szczęki,
f – chrząstka żuchwowa (Meckela), g – język,
h – nerw podjęzykowy, i – punkt kostnienia w trzonie szczęki.



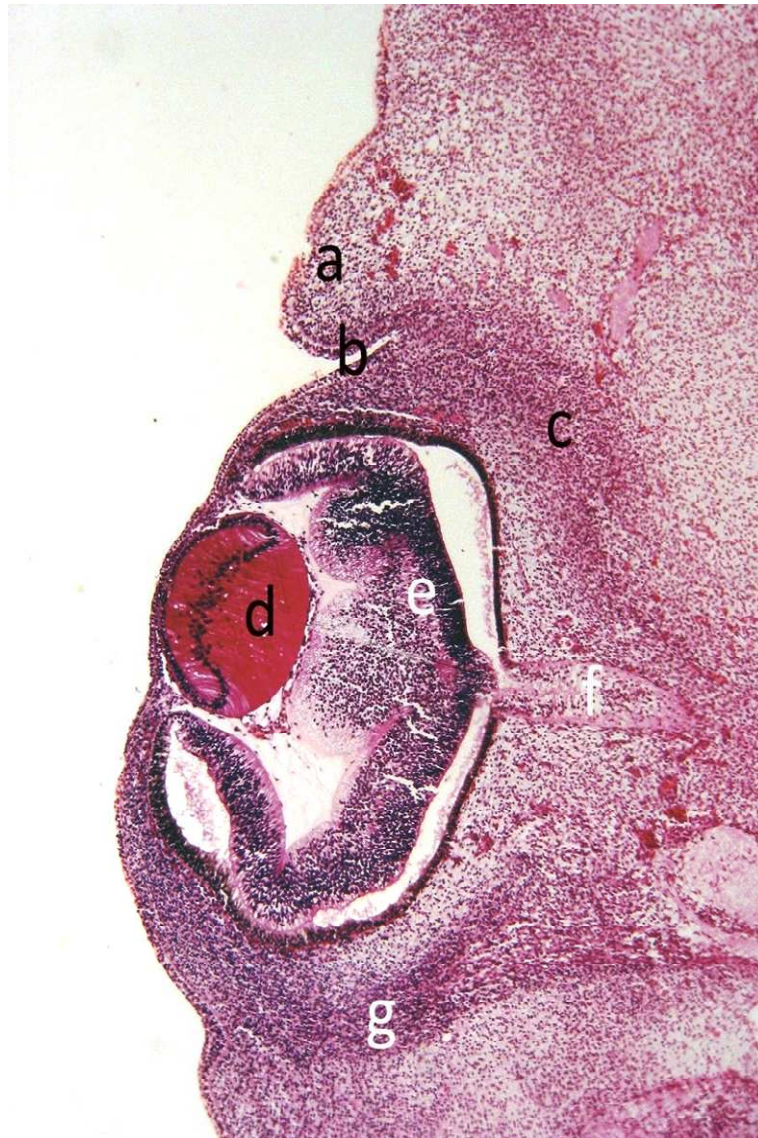
Ryc.31. Przekrój strzałkowy zarodka w stadium 18 (44 dni).
Barwienie według metody Mallory`ego, x60.

a – powieka, b – zawiązek gruczołu łzowego, c – kielich oczny,
d – opona pierwotna, e – mezenchyma stanowiąca część oczodołową
kości czołowej, f – szczęka, g – chrząstka żuchwowa (Meckela),
h – punkt kostnienia w trzonie szczęki.



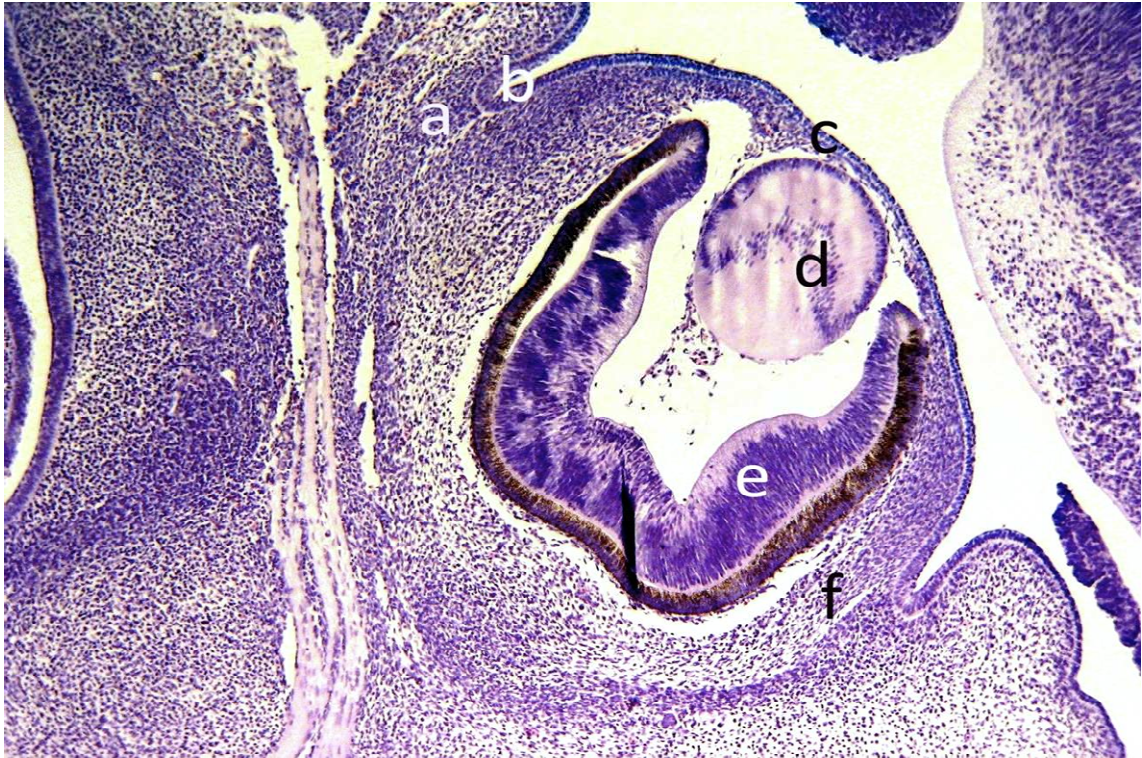
Ryc.32. Przekrój poziomy zarodka w stadium 19 (46 dni).
Barwienie H+E, x40.

a – opuszka węchowa, b – pasmo węchowe, c – tętnica strzemiączkowa, d – powieka górna, e – gałka oczna, f – nerw wzrokowy, g – nerw oczny, h – zwój trójdzielny, i – przysadka mózgowa.



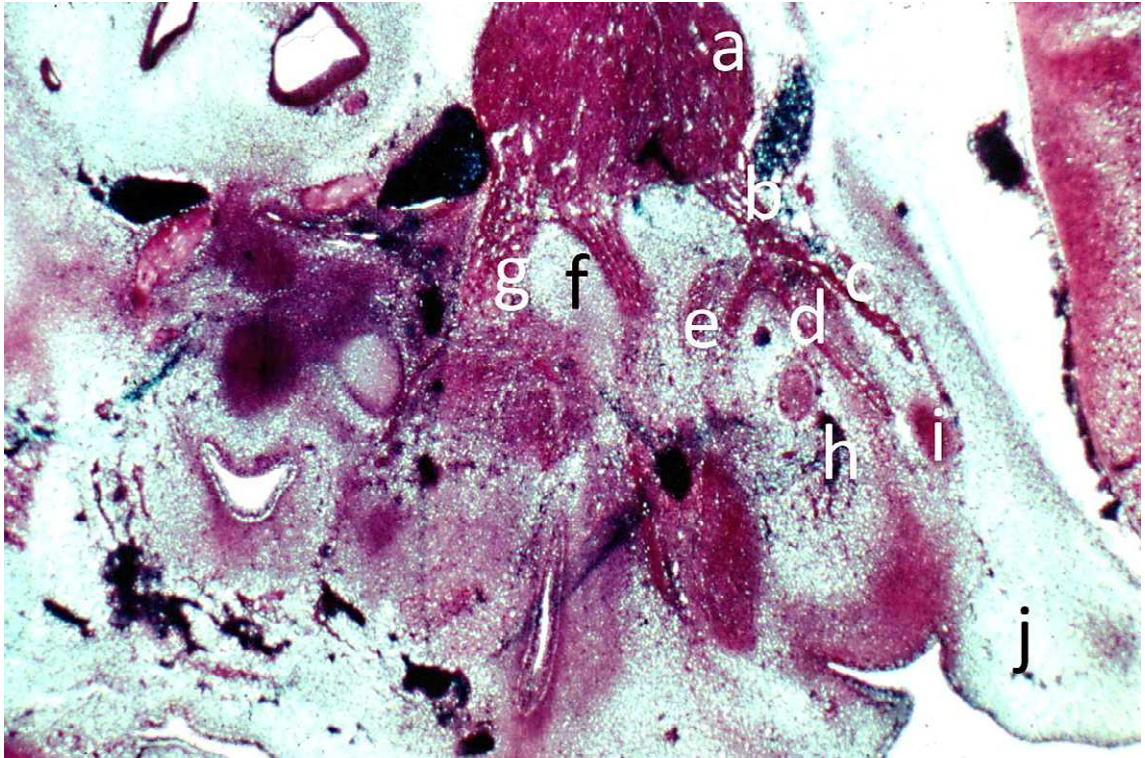
Ryc.33. Przekrój poziomy zarodka w stadium 19 (46 dni).
Barwienie H+E, x100.

a – powieka górna, b – sklepienie górne spojówki, c – mięsień prosty przyśrodkowy, d – soczewka, e – siatkówka, f – nerw wzrokowy, g – mięsień prosty boczny.



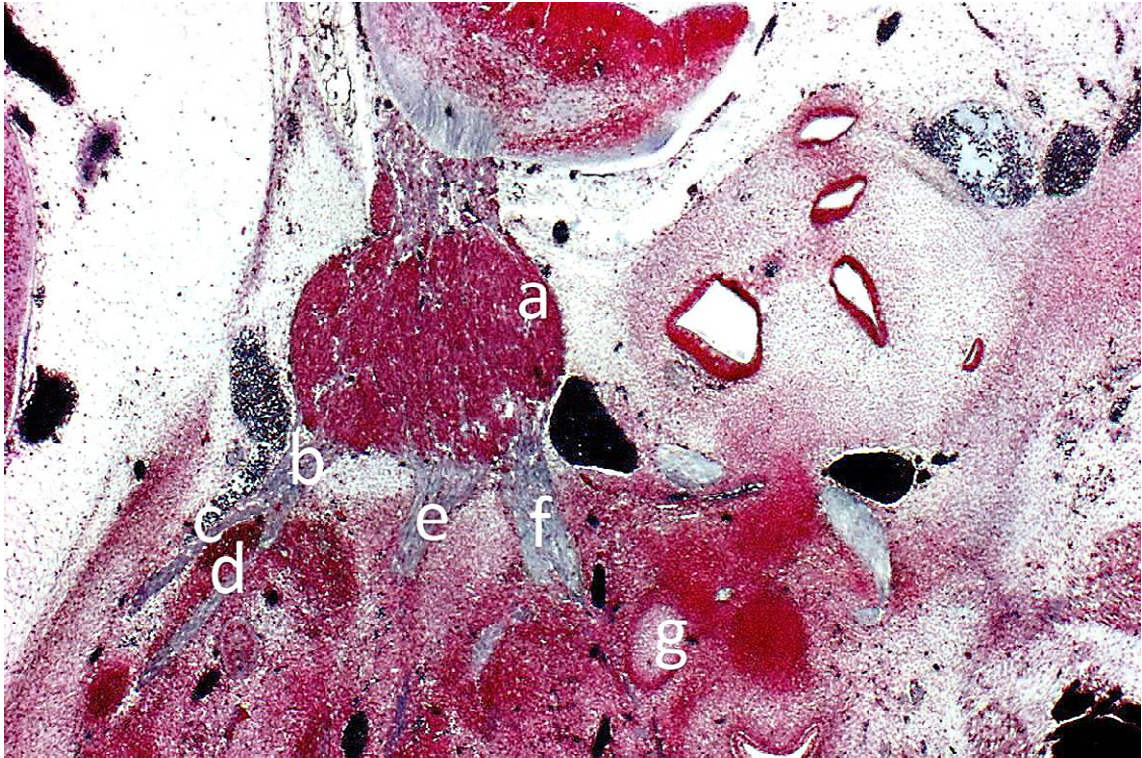
Ryc,34. Przekrój poziomy zarodka w stadium 19 (46 dni).
Barwienie fioletem krezyłu według Nissla, x100.

a – zawiązek gruczołu łzowego, b – sklepienie górne spojówki,
c – rogówka, d – soczewka, e – siatkówka, f – kondensacja
mezenchymy stanowiąca zawiązek twardówki.



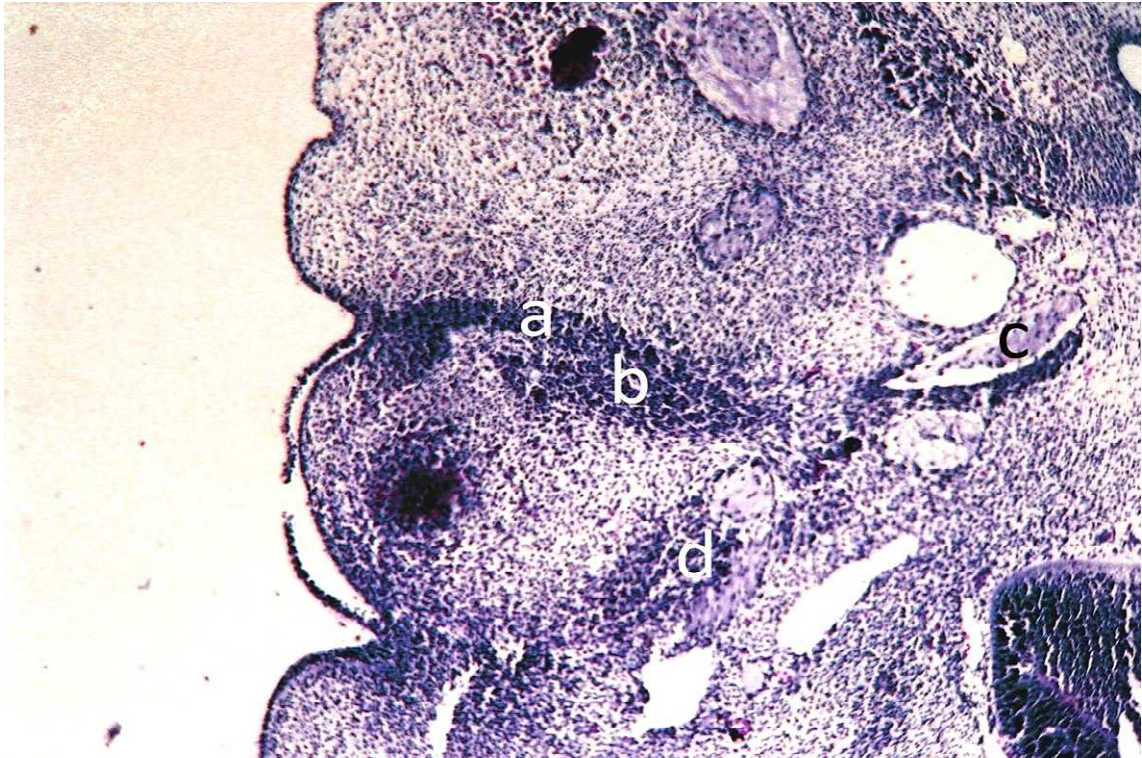
Ryc.35. Przekrój strzałkowy zarodka w stadium 19 (46dni).
Impregnacja białczanem srebra według Bodiana, x60.

a – zwój trójdzielny, b – nerw oczny, c – nerw czosłowy,
d – nerw łzowy, e – nerw okoruchowy, f – nerw szczękowy,
g – nerw żuchwowy, h – naczynia krwionośne, i – mięsień prosty
górny, j – powieka górna.



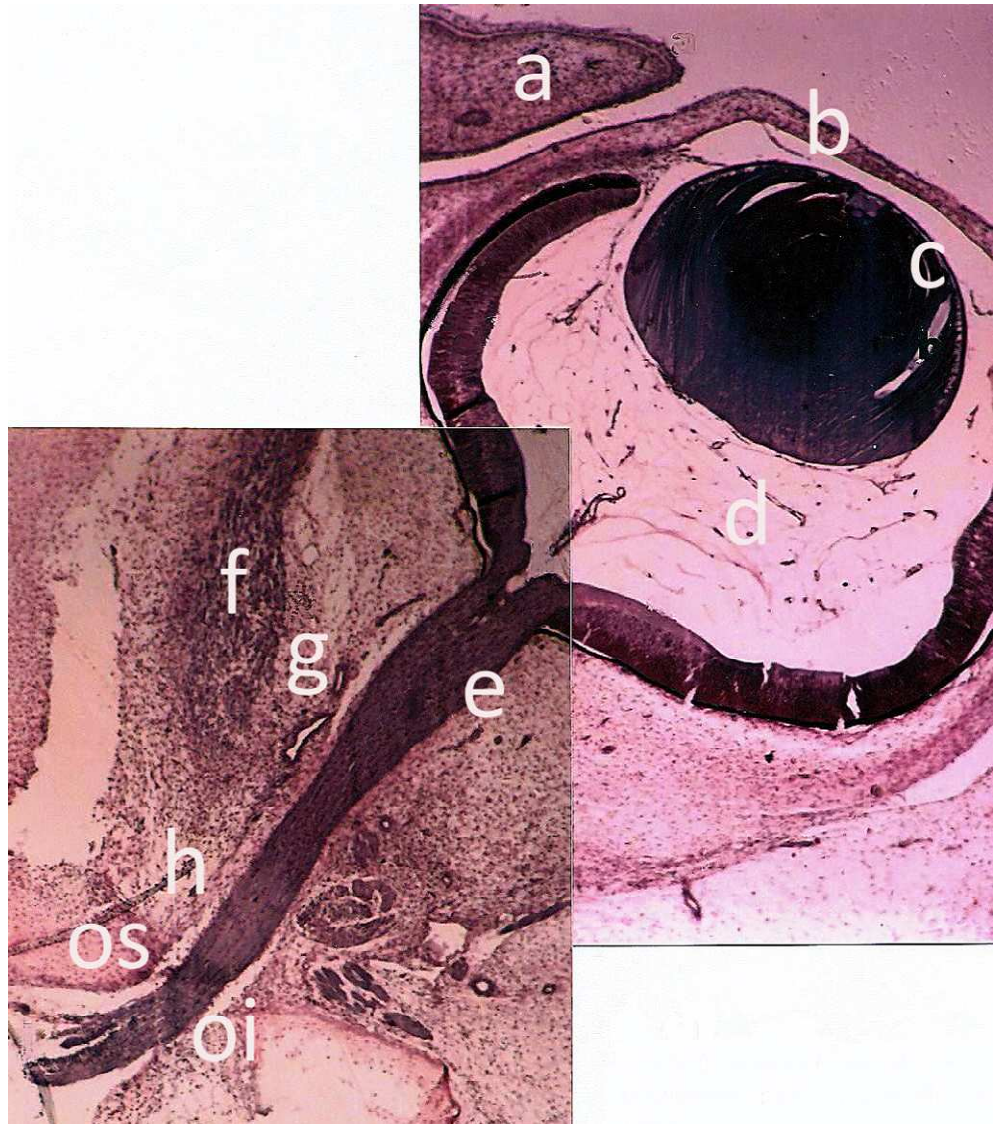
Ryc.36. Przekrój strzałkowy zarodka w stadium 19 (46 dni).
Impregnacja białczanem srebra według Bodiana, x60.

a – zwój trójdzielny, b – nerw oczny, c – nerw czosłowy,
d – nerw łzowy, e – nerw szczękowy, f – nerw żuchwowy,
g – chrząstka Meckela.



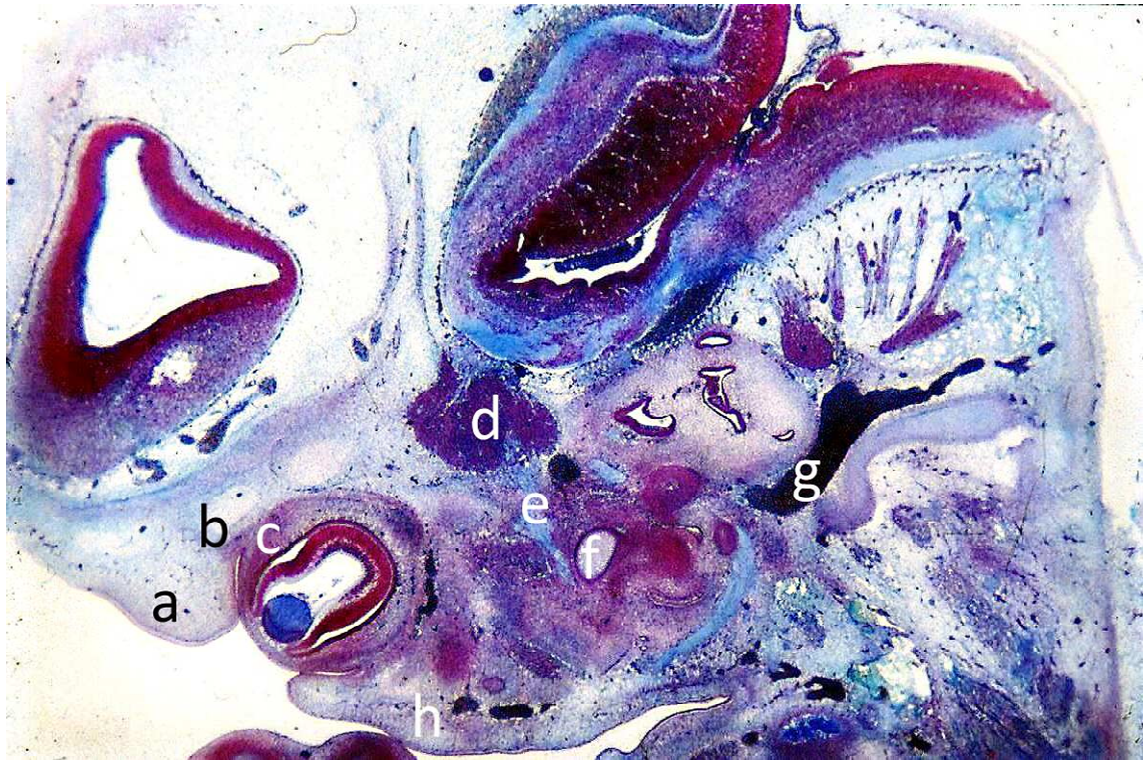
Ryc.37. Przekrój strzałkowy zarodka w stadium 19 (46dni).
Impregnacja białczanem srebra według Bodiana, x80.

a – mięsień skośny górny, b – mięsień prosty górny,
c – nerw bloczkowy, d – mięsień prosty dolny.



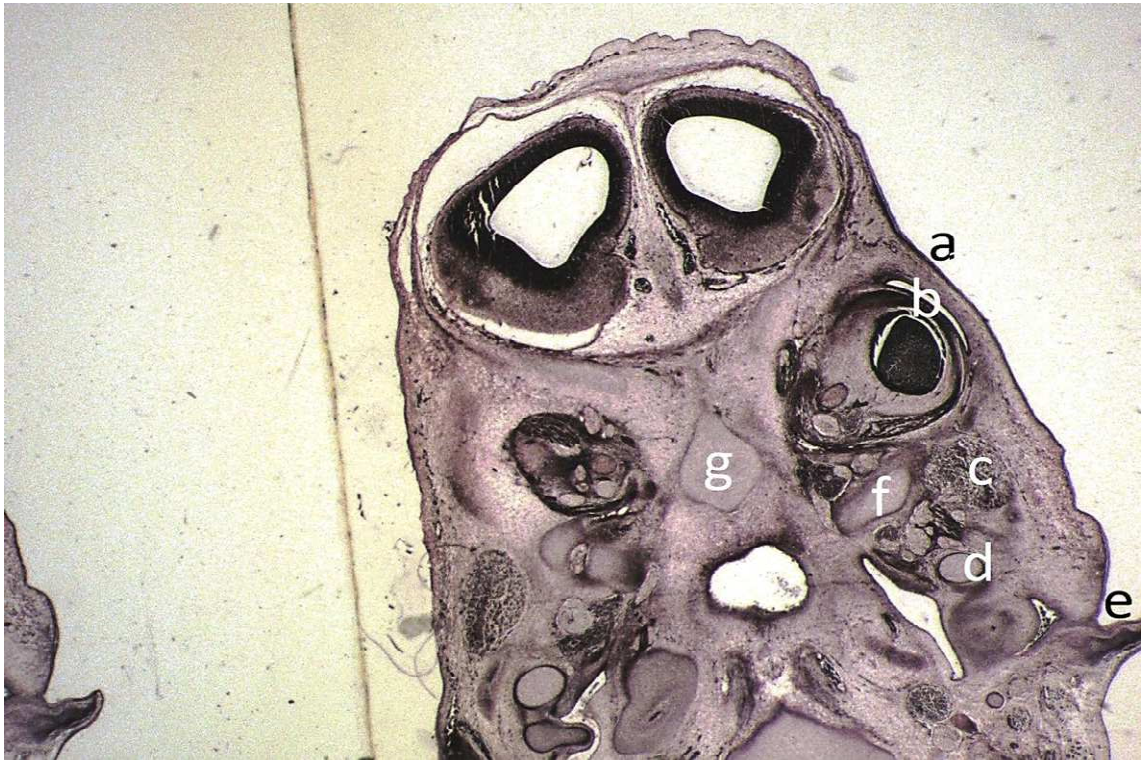
Ryc.38. Przekrój poziomy zarodka w stadium 20 (49 dni).
 Impregnacja azotanem srebra według Holmesa, x80.

a – powieka górna, b – rogówka, c – soczewka,
 d – wtórne ciało szkliste, e – nerw wzrokowy,
 f – mięsień prosty przyśrodkowy, os – chrzęstna ściana górno-
 przyśrodkowa kanału wzrokowego, oi – chrzęstna ściana dolno-
 boczna kanału wzrokowego, g – tkanka łączna oczodołu,
 h – żyła oczna górna.



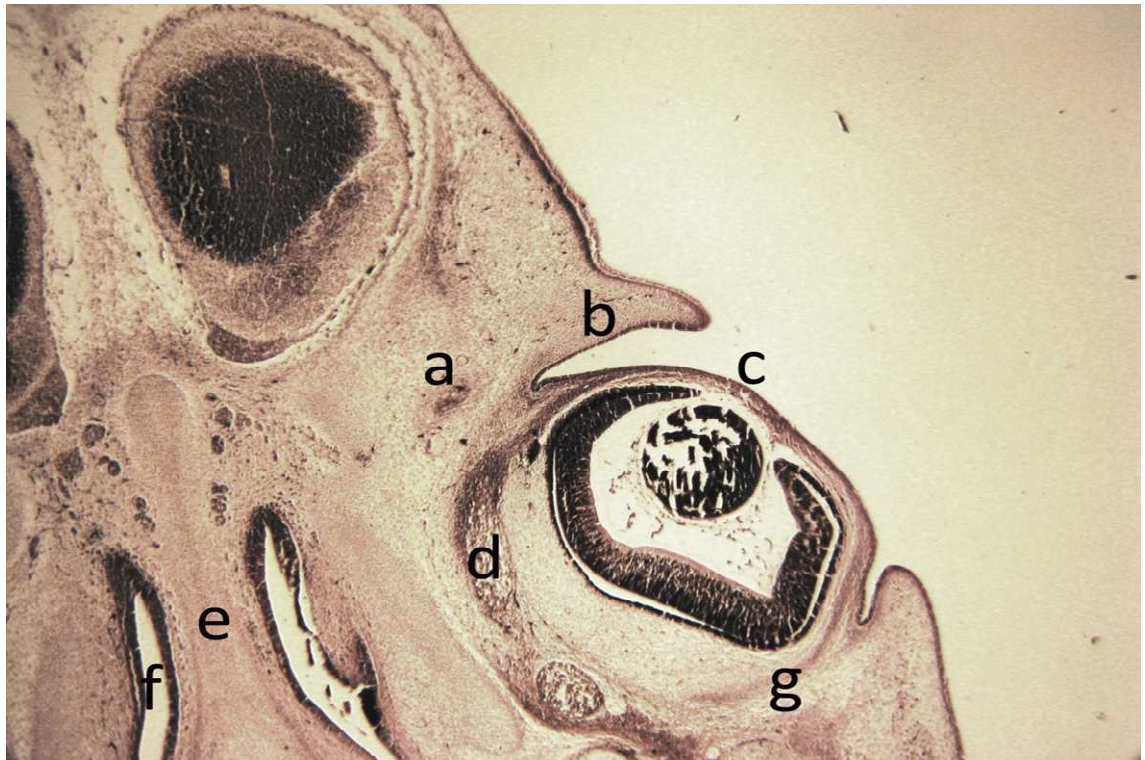
Ryc.39. Przekrój strzałkowy zarodka w stadium 20 (49 dni).
Barwienie według metody Mallory`ego, x40.

a – powieka górna, b – mięsień dźwigacz powieki górnej,
c – mięsień prosty górny, d – zwój trójdzielny, e – nerw żuchwowy,
f – chrząstka (Meckela), g – żyła szyjna wewnętrzna,
h – punkt kostnienia w trzonie szczęki.



Ryc.40. Przekrój ukośny czołowy zarodka w stadium 20 (49dni).
Impregnacja białczanem srebra według Bodiana, x40.

a – połączone powieki w bocznym kącie oka, b – rogówka,
c – punkt kostnienia trzonu szczęki, d – chrząstka żuchwowa
(Meckela), e – przewód słuchowy zewnętrzny,
f – chrząstka skrzydła większego kości klinowej,
g – chrząstka trzonu kości klinowej.

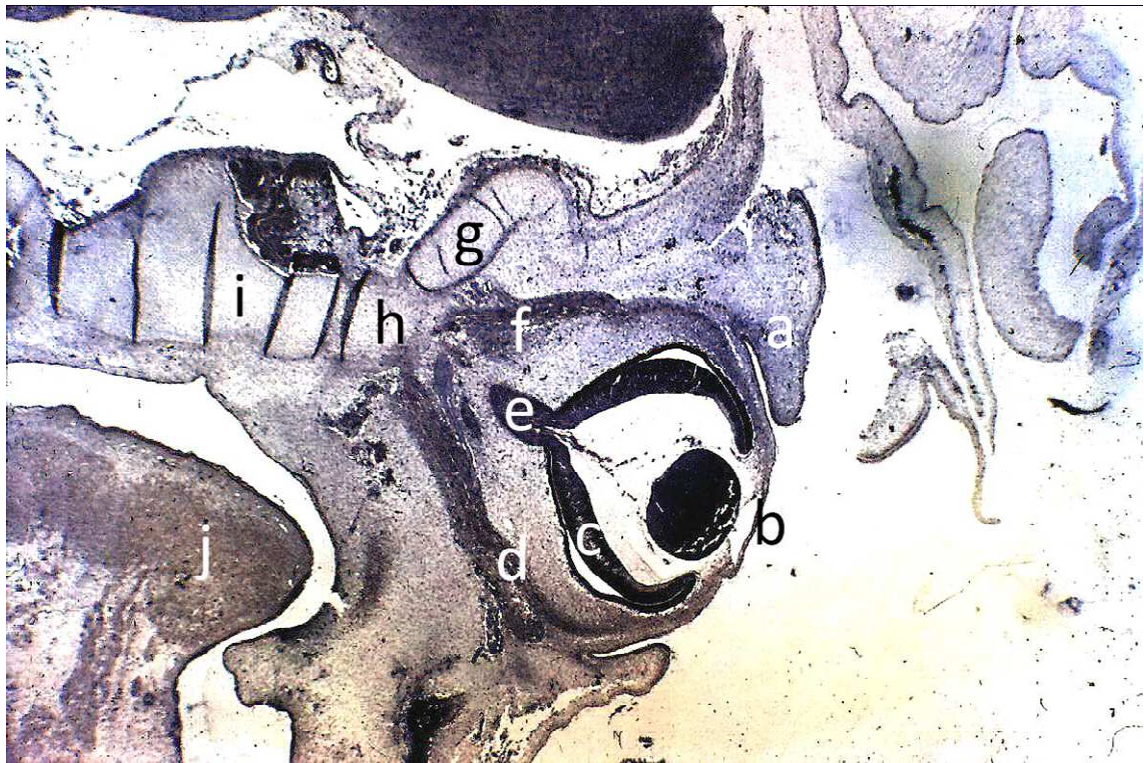


Ryc.41. Przekrój ukośny czołowy zarodka w stadium 20 (49dni). Impregnacja białczanem srebra według Bodiana, x80.

a – punkt kostnienia w kości czołowej, b – powieka górna, c – rogówka, d – mięsień prosty górny, e – blaszka pionowa kości sitowej, f – jama nosowa, g – pochewka gałki ocznej.

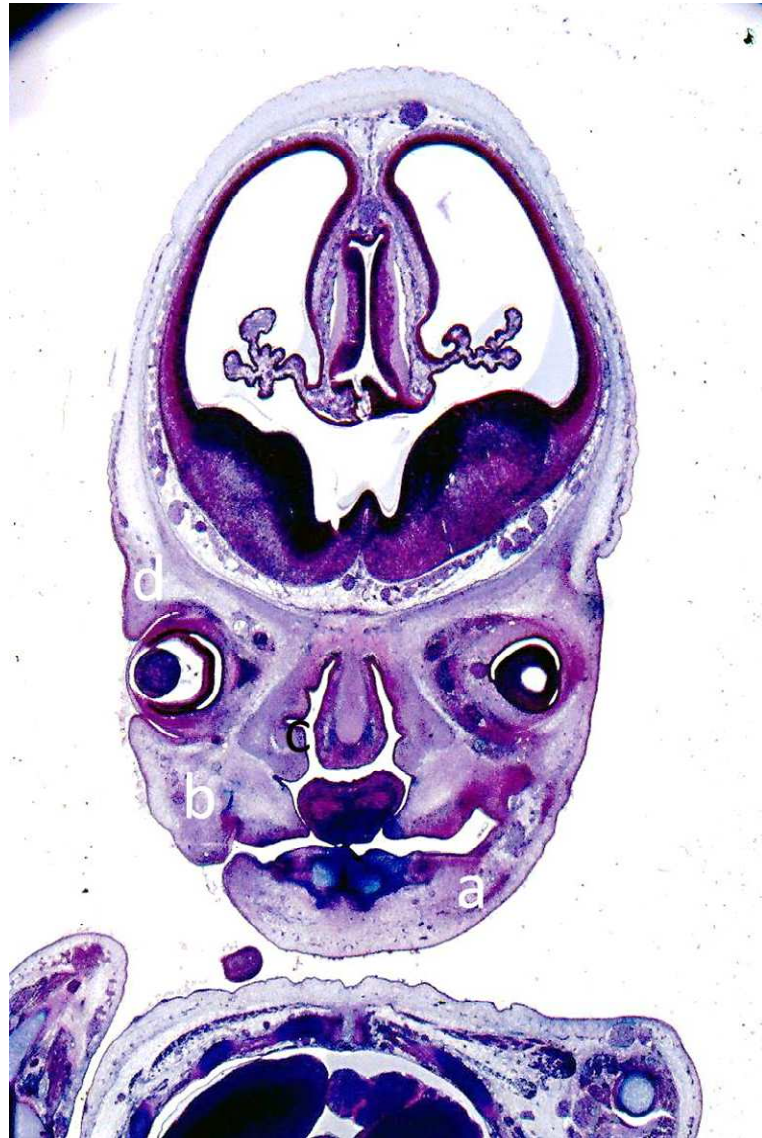


Ryc.42. Zarodek w stadium 23 (56 dni), x5.



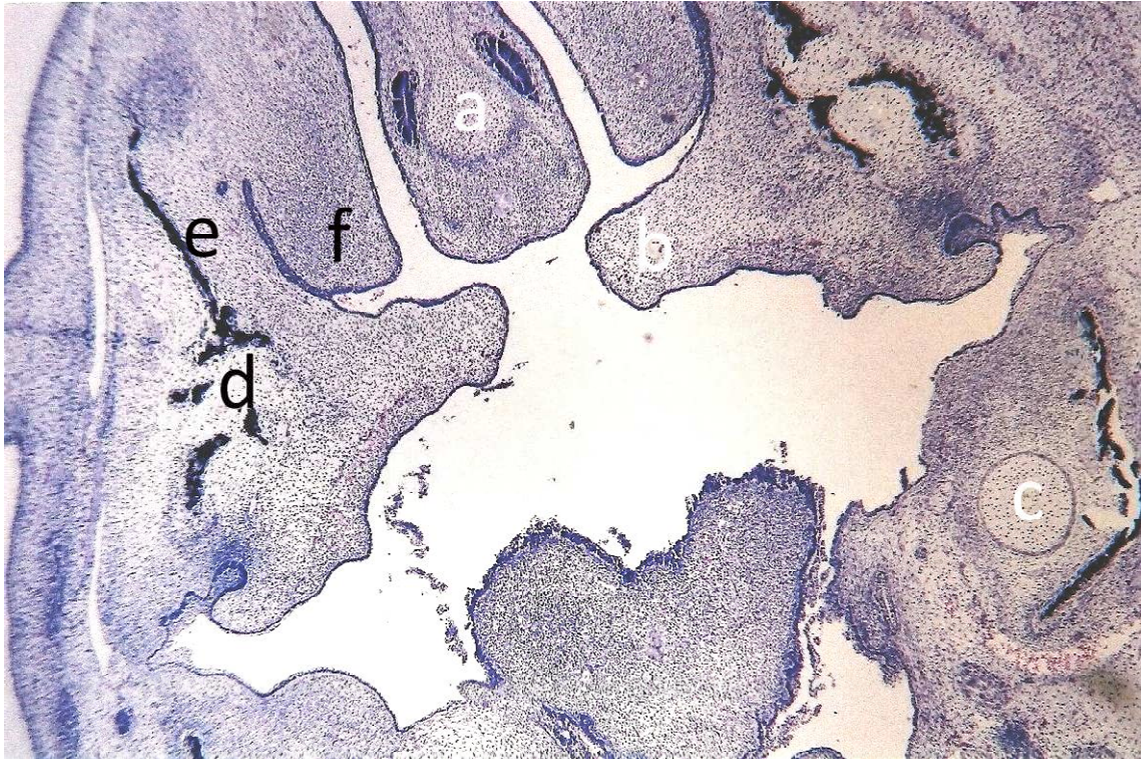
Ryc.43. Przekrój skośny czołowy zarodka w stadium 21 (51 dni).
Impregnacja azotanem srebra według Pearsona i o`Neilla, x 40.

a – powieka górna, b – rogówka, c – siatkówka,
d – mięsień prosty dolny, e – nerw wzrokowy,
f – mięsień prosty górny, g – skrzydło mniejsze kości klinowej,
h – skrzydło większe kości klinowej, i – część przednia trzonu kości
klinowej, j – język.



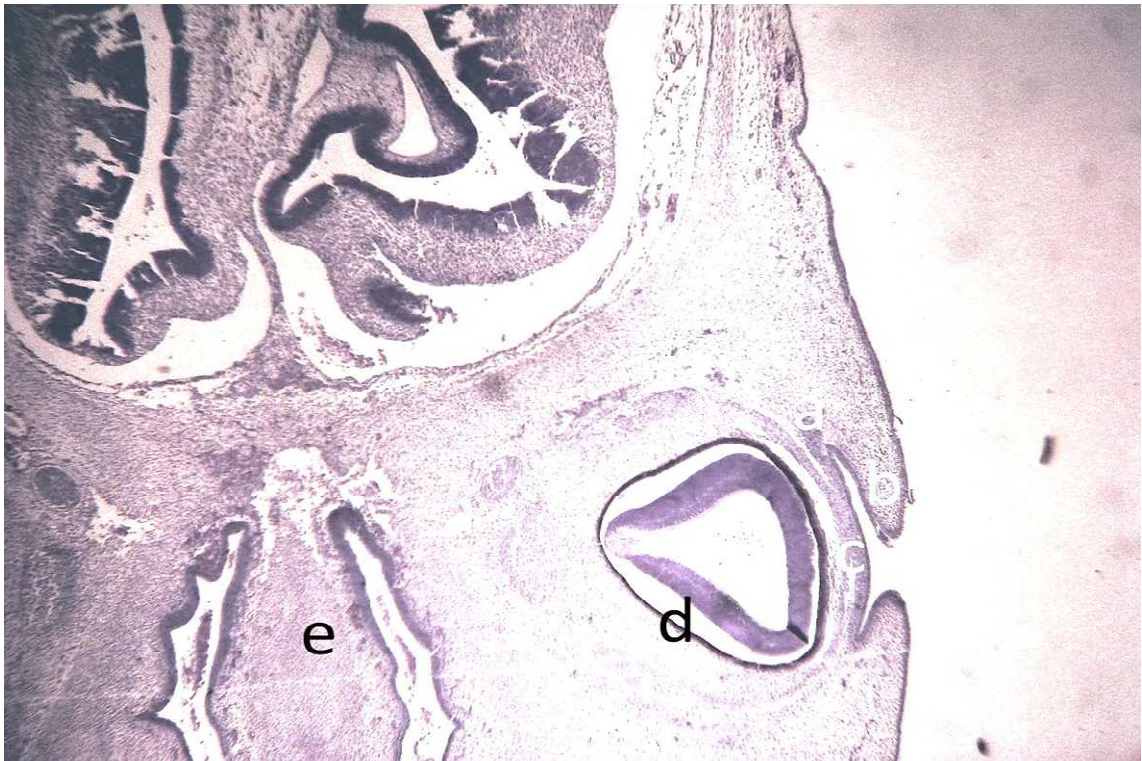
Ryc.44. Przekrój czołowy zarodka w stadium 21 (51 dni).
Barwienie według metody Mallory`ego, x15.

a – kostnienie trzonu żuchwy, b – punkt kostnienia szczęki,
c – jama nosowa z małżowinami, d – punkt kostnienia w kości
czołowej.



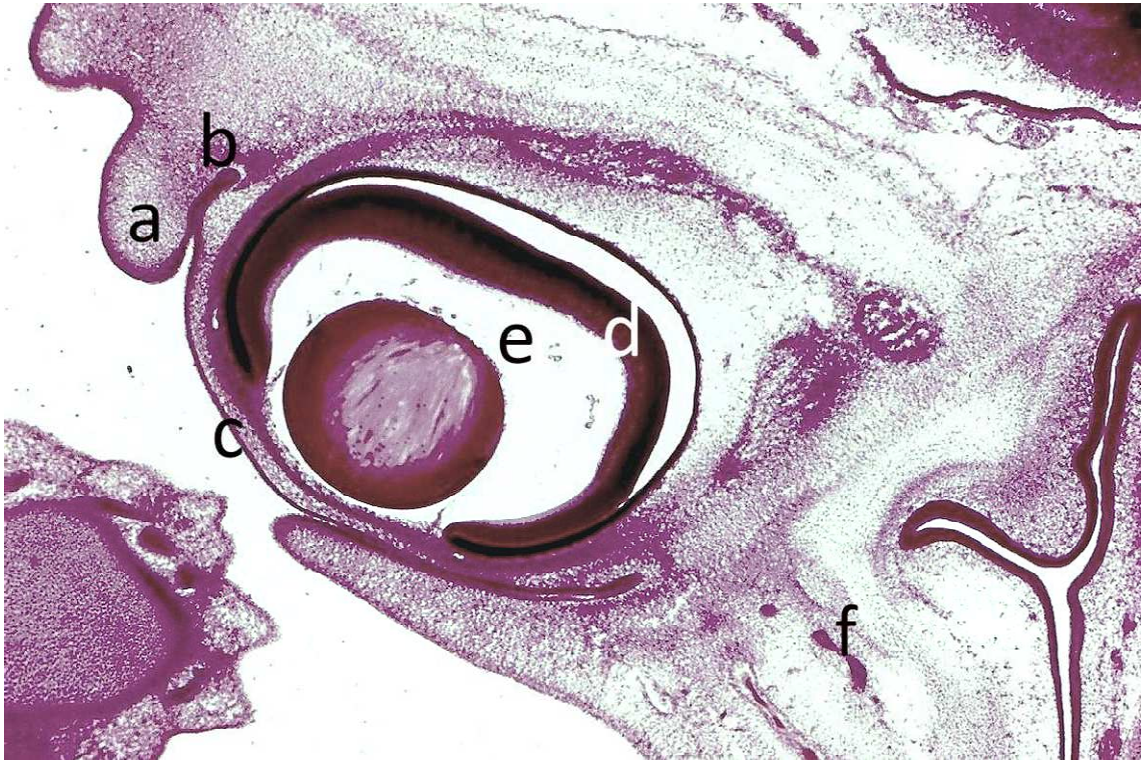
Ryc.45. Przekrój czołowy zarodka w stadium 23 (56 dni).
Barwienie H+E, x40.

a– blaszka pionowa kości sitowej, b – wyrostek podniebienny szczęki, c – chrząstka żuchwowa (Meckela), d – trzon szczęki, e – wyrostek czołowy szczęki, f - małżowina nosowa dolna.



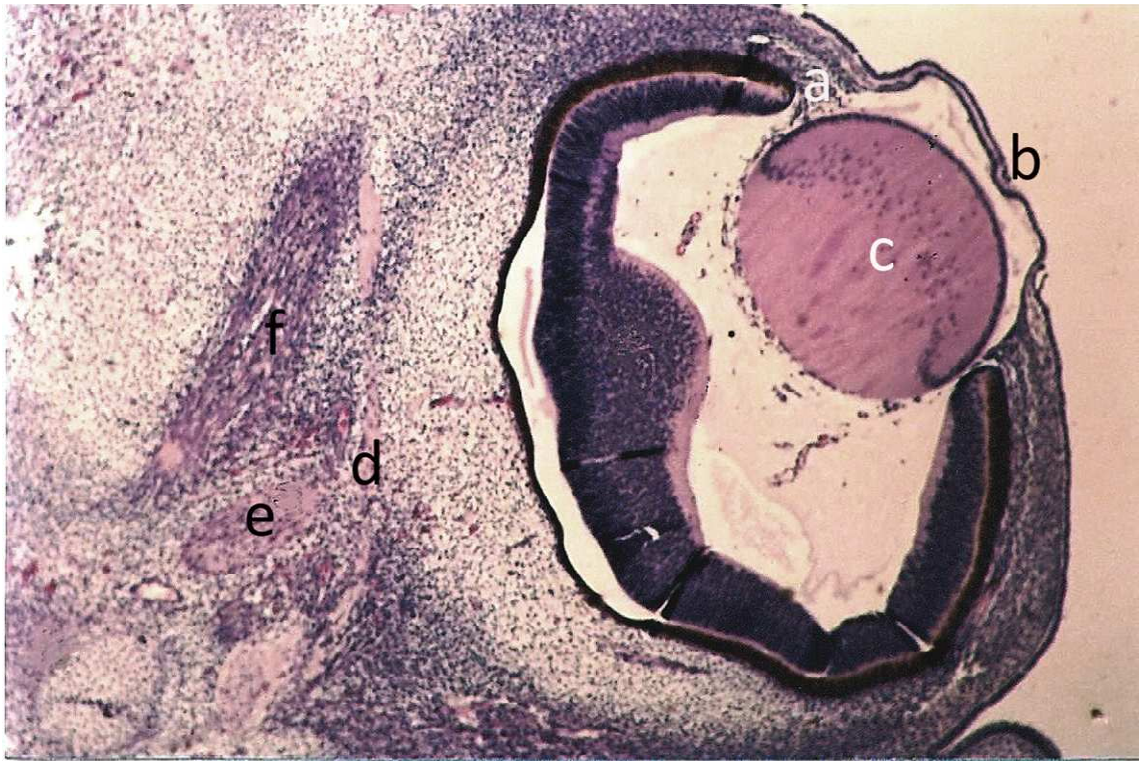
Ryc.46. Przekrój poziomy zarodka w stadium 22 (53 dni).
Barwienie H+E, x40.

a – gruczoł łzowy, b – powieka górna, c – rogówka,
d – warstwa barwnikowa siatkówki, e – przegroda nosa.



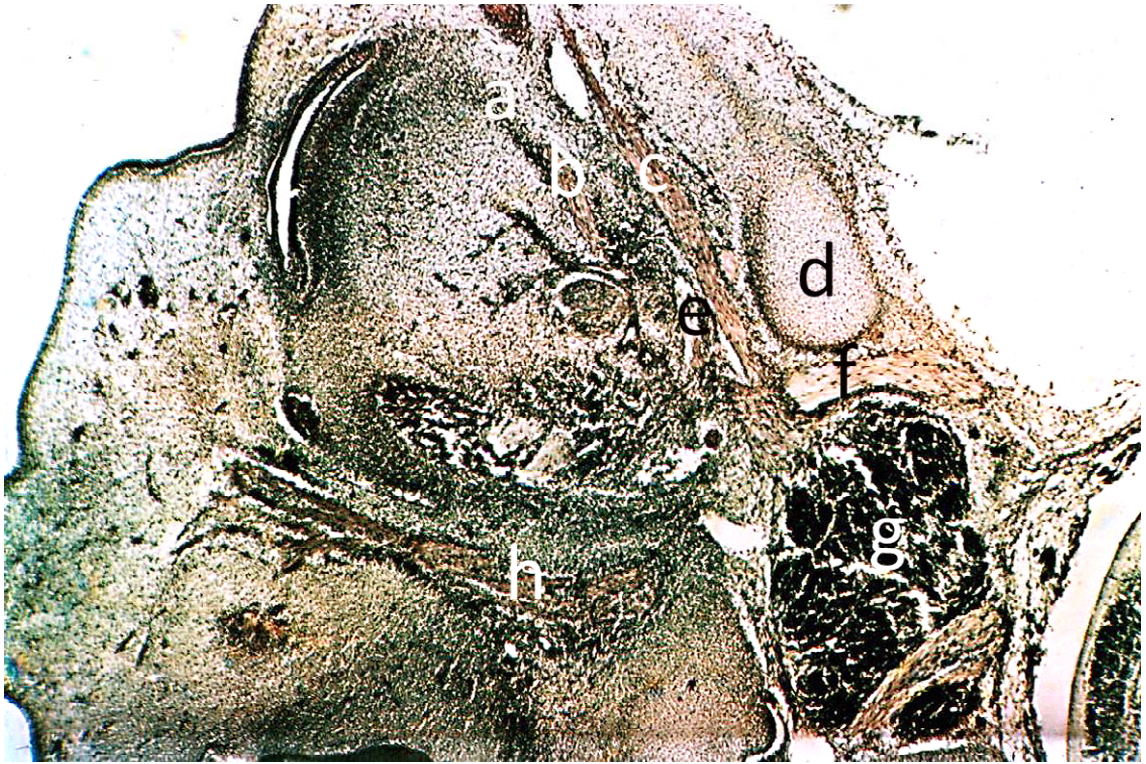
Ryc.47. Przekrój poziomy zarodka w stadium 22 (53 dni).
Barwienie H+E, x60.

a – powieka górna, b – gruczoł łzowy, c – rogówka,
d – siatkówka, e – wtórne ciało szkliste,
f – lity przewód nosowo-łzowy.



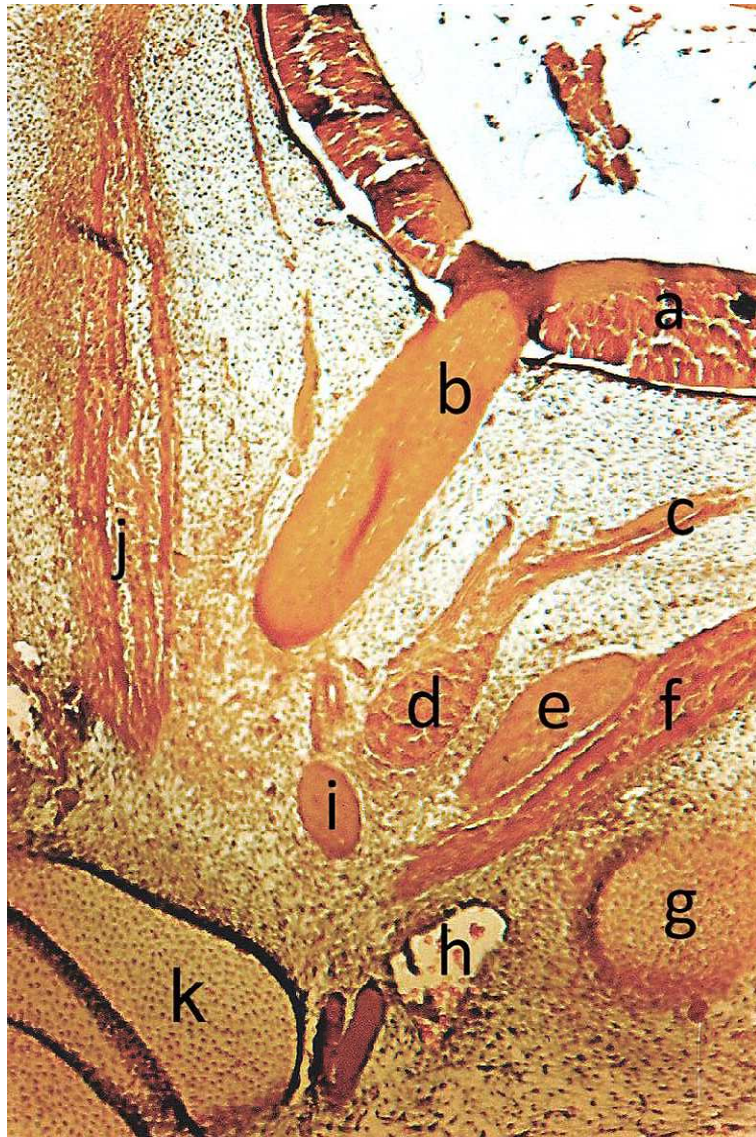
Ryc.48. Przekrój poziomy zarodka w stadium 21 (51 dni).
Barwienie H+E, x80.

a – ciało rzęskowe, b – rogówka, c – soczewka,
d – nerw odwodzący, e – nerw wzrokowy,
f – mięsień prosty boczny.



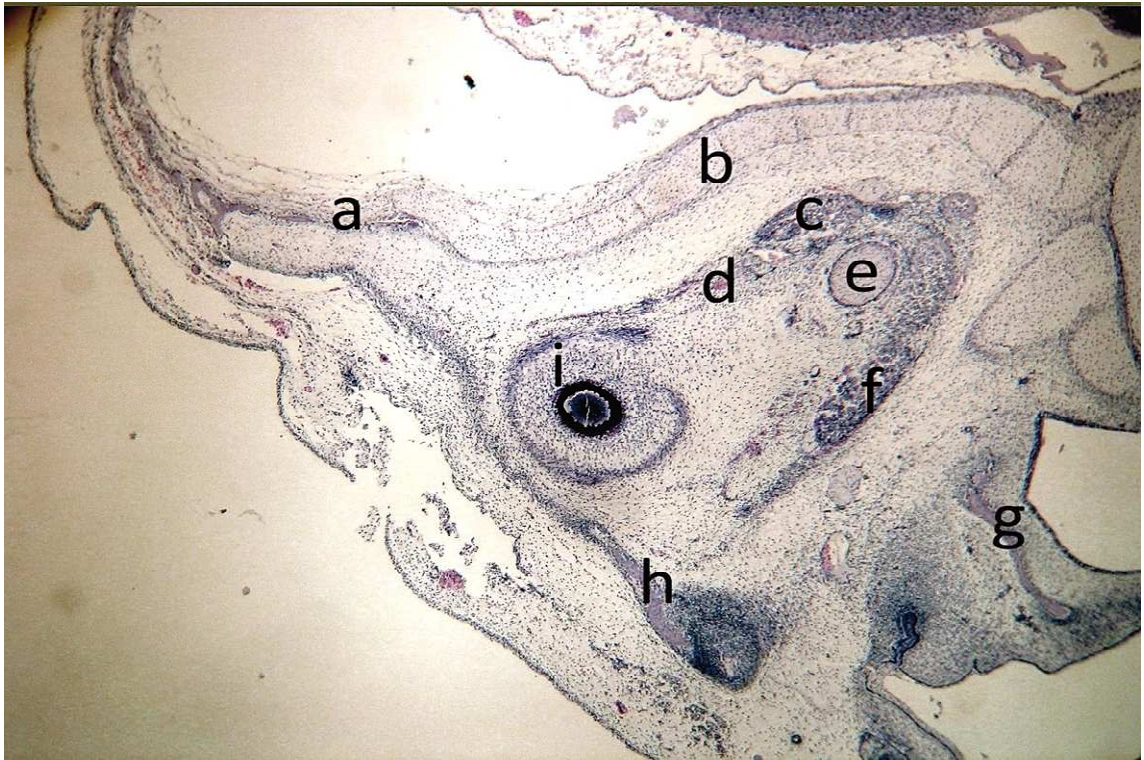
Ryc.49. Przekrój strzałkowy zarodka w stadium 23 (56dni).
Impregnacja białczanem srebra według Bodiana, x60.

a – mięsień skośny górny, b – nerw błoczkowy, c – nerw czołowy,
d – skrzydło mniejsze kości klinowej, e – żyła oczna górna,
f – nerw okoruchowy, g – zwój trójdzielny,
h – nerw podoczodołowy.



Ryc.50. Przekrój poziomy zarodka w stadium 23 (56 dni).
 Impregnacja azotanem srebra według Ogawy, x100.

a - siatkówka, b – nerw wzrokowy, c – nerwy rzęskowe krótkie,
 d – zwój rzęskowy, e – nerw odwodzący, f – mięsień prosty
 boczny, g – skrzydło mniejsze kości klinowej, h – tętnica oczna,
 i – nerw okoruchowy, j – mięsień prosty przyśrodkowy,
 k – skrzydło większe kości klinowej.



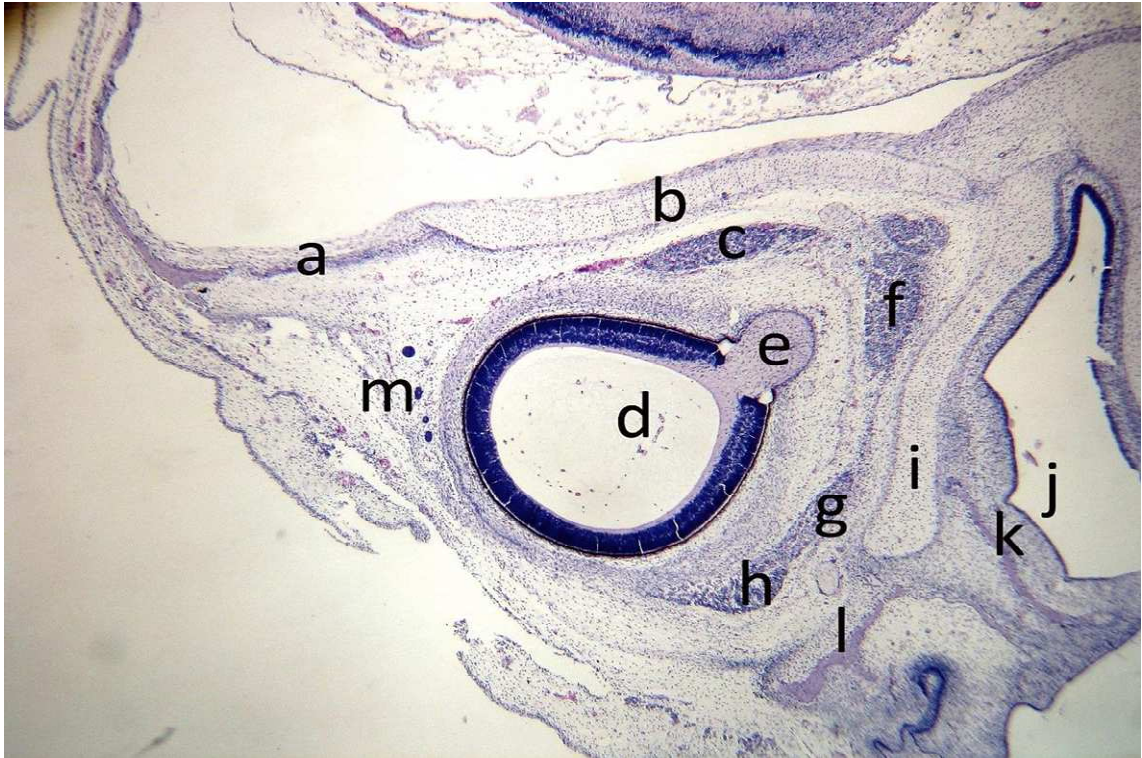
Ryc.51. Skośny przekrój czołowy głowy płodu długości Si 35mm (9 tygodni). Barwienie fioletem krezyłu według Nissla, x40.

a – kostnienie w części oczodołowej i łusce kości czołowej,
b – skrzydło mniejsze kości klinowej, c – mięsień prosty górny,
d – tętnica nadoczodołowa, e – nerw wzrokowy,
f – mięsień skośny dolny, g – kostnienie w powierzchni przyśrodkowej trzonu szczęki, h – kostnienie w trzonie i wyrostku czołowym kości jarzmowej, i – siatkówka.



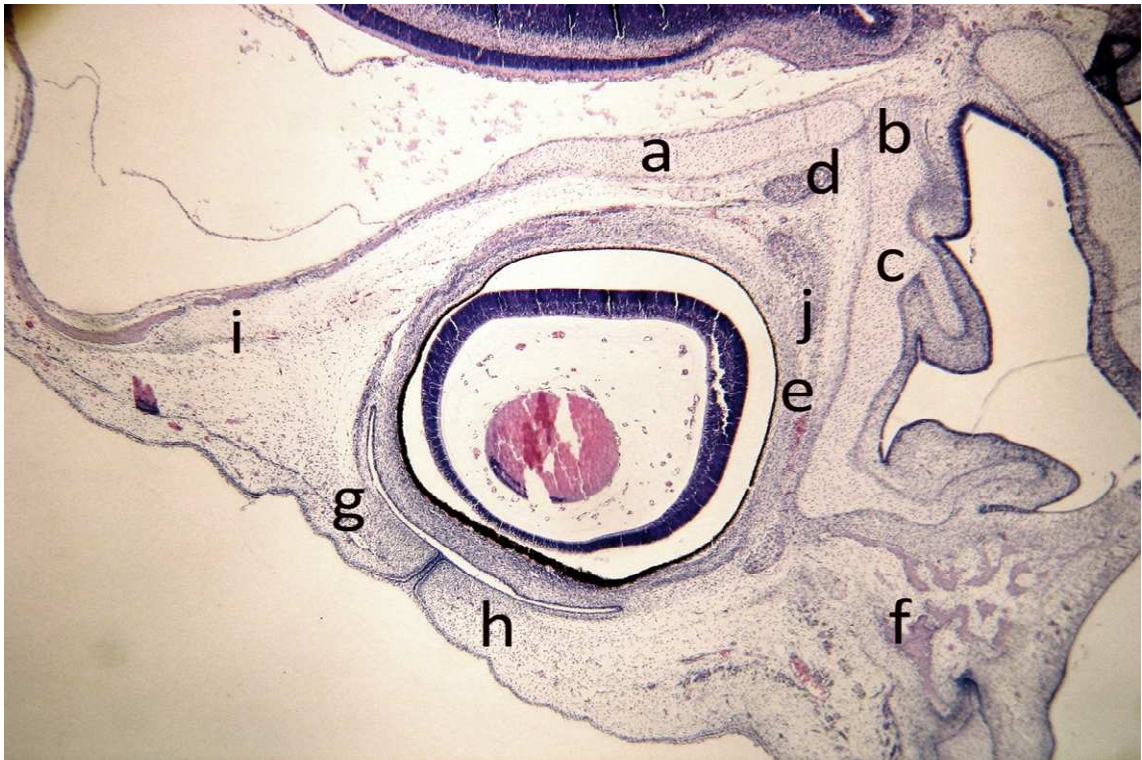
Ryc.52. Skośny przekrój czołowy płodu długości Si 49 mm (10 tygodni). Barwienie H+E, x40.

a – kostnienie łuski czołowej, b – półkula mózgu.



Ryc.53. Skośny przekrój czołowy głowy płodu długości Si 35 mm (9 tygodni). Barwienie fioletem krezyłu według Nissla, x40.

a – kostnienie części oczodołowej kości czołowej, b – skrzydło mniejsze kości klinowej, c – mięsień prosty górny, d – gałka oczna, e – nerw wzrokowy, f – mięsień prosty boczny, g – mięsień prosty dolny, h – mięsień skośny dolny, i – blaszka oczodołowa kości sitowej, j – jama nosowa, k – kostnienie powierzchni nosowej trzonu szczęki, l – kostnienie powierzchni oczodołowej trzonu szczęki, m – przewodniki odprowadzające gruczołu łzowego.



Ryc.54. Skośny przekrój czołowy głowy płodu długości Si 35 mm (9 tygodni). Barwienie fioletem krezyłu według Nissla, x40.

a – skrzydło mniejsze kości klinowej, b – nerw wzrokowy w kanale wzrokowym, c – błędnik sitowy z małżowinami, d – mięsień prosty górny, e – twardówka, f – trzon szczęki, g – powieka górna, h – powieka dolna, i – okostna oczodołu, j – pochewka gałki ocznej.



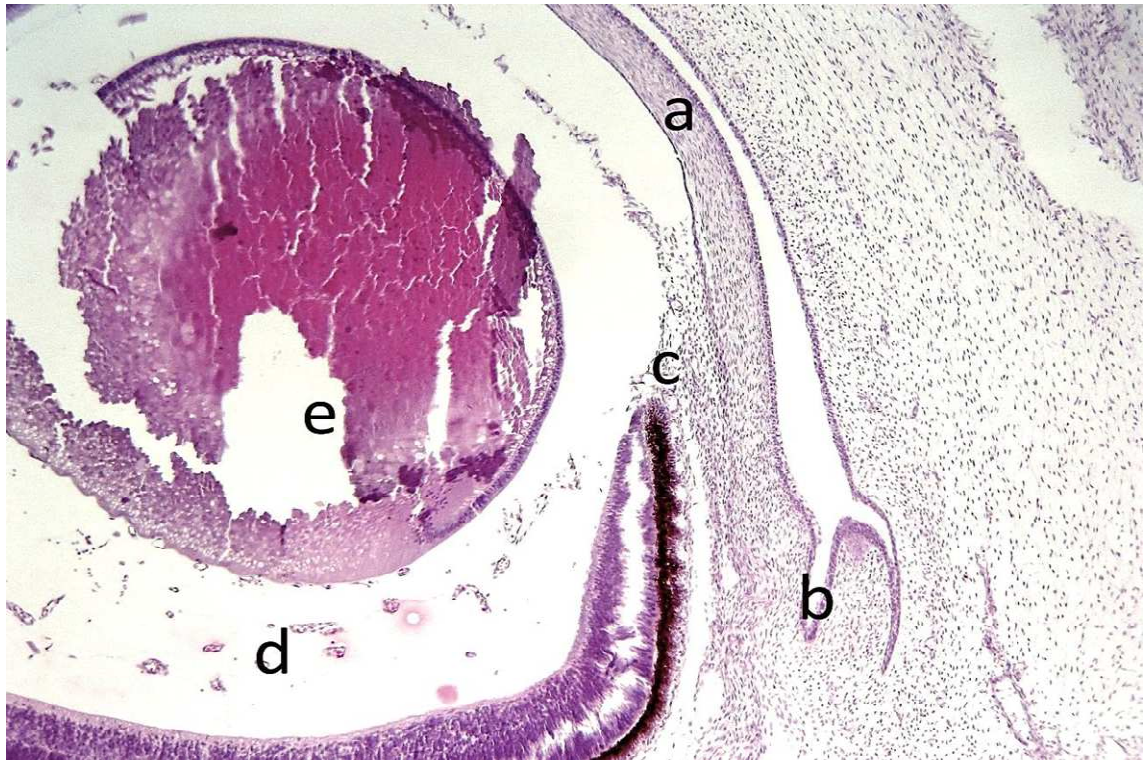
Ryc.55. Skośny przekrój czołowy płodu długości Si 49 mm (10 tygodni). Barwienie H + E, x40.

a – skrzydła mniejsze kości klinowej, b – kanał wzrokowy,
c – twardówka, d – zawiązek naczyniówki, e – wyrostki rzęskowe,
f – rogówka, g – ciało szkliste, h – pochewka gałki ocznej (Tenona).



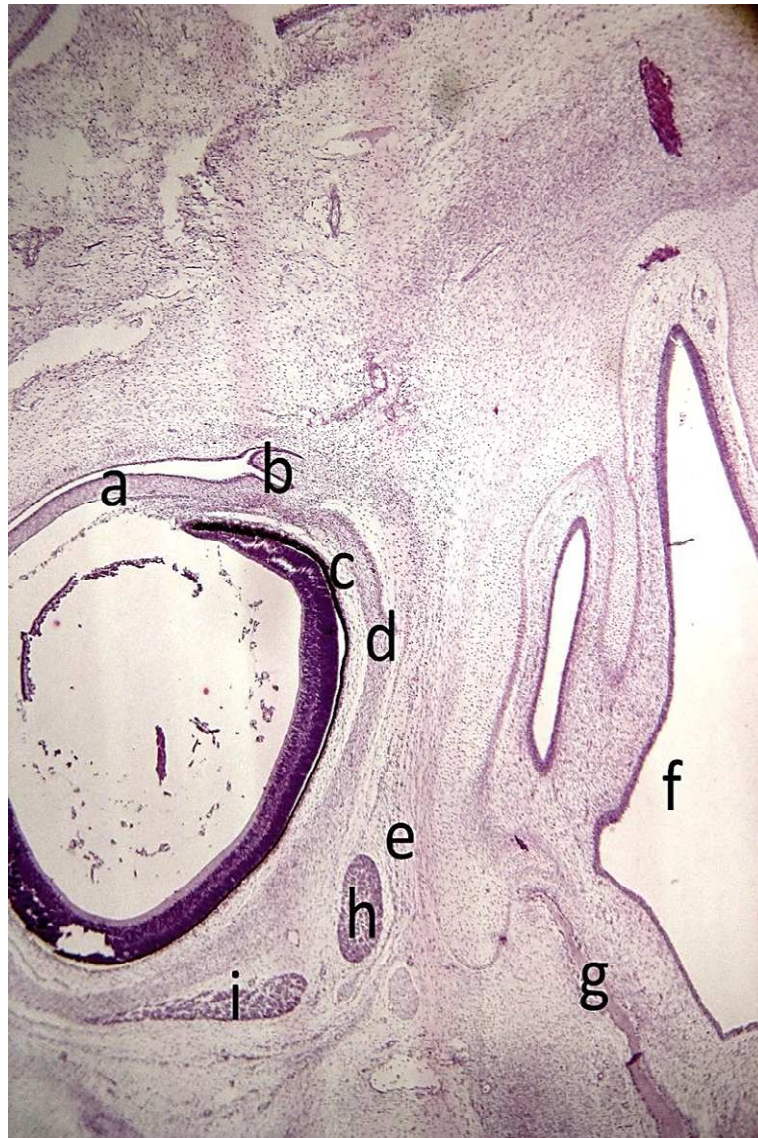
Ryc.56. Skośny przekrój czołowy płodu długości Si 49 mm (10 tygodni). Barwienie H+E, 40.

a – zawiązek tarczki powieki górnej, b – kanaliki łzowe,
c – błędnik sitowy, d – trzon szczeki, e – mięsień prosty dolny,
f – mięsień skośny dolny, g – rogówka, h - przegroda oczodołowa.



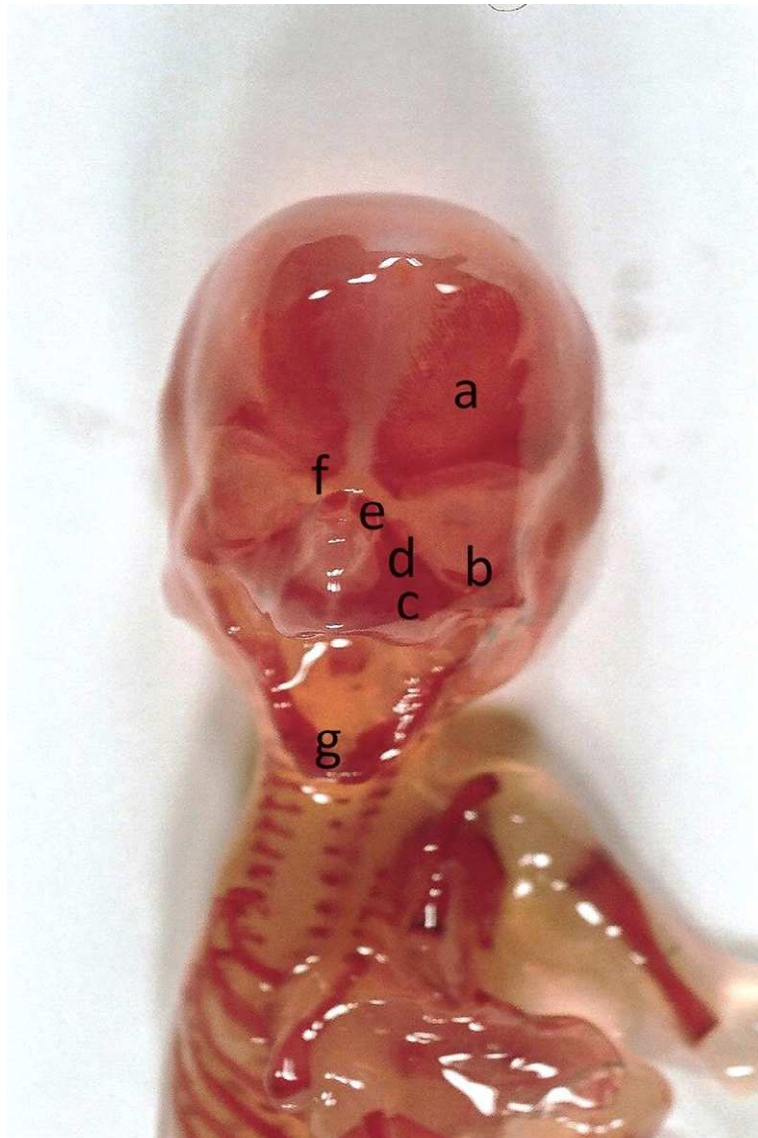
Ryc.57.Skośny przekrój czołowy płodu długości Si 49 mm (10 tygodni). Barwienie H+E, 100.

a – rogówka, b – kanalik łzowy, c – siateczka beleczkowa, d – trzeciorzędowe ciało szkliste, e – soczewka.



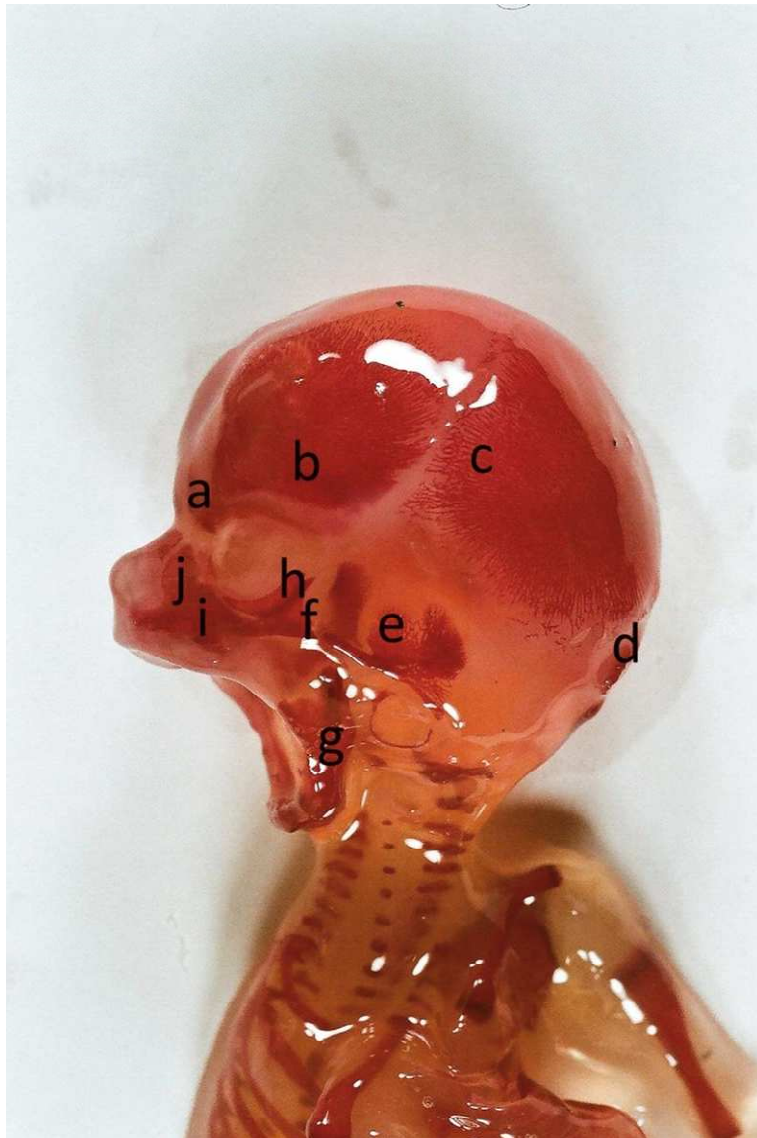
Ryc.58. Skośny przekrój czołowy płodu długości Si 49 mm (10 tygodni). Barwienie H+E, x10.

a – rogówka, b – kanalik łzowy, c – naczyniówka, d – twardówka, e – mięsień oczodołowy, f – jama nosowa, g – kostnienie w powierzchni nosowej trzonu szczęki, h – mięsień prosty przyśrodkowy, i – mięsień skośny dolny.



Ryc.59. Płód długości Si 78 mm(12 tygodni), widok od przodu.
Barwienie alizaryną.

a – łuska czołowa, b – kość jarzmowa, c – trzon szczęki,
d – wyrostek czołowy szczęki, e – kość nosowa,
f – część nosowa kości czołowej, g – żuchwa.



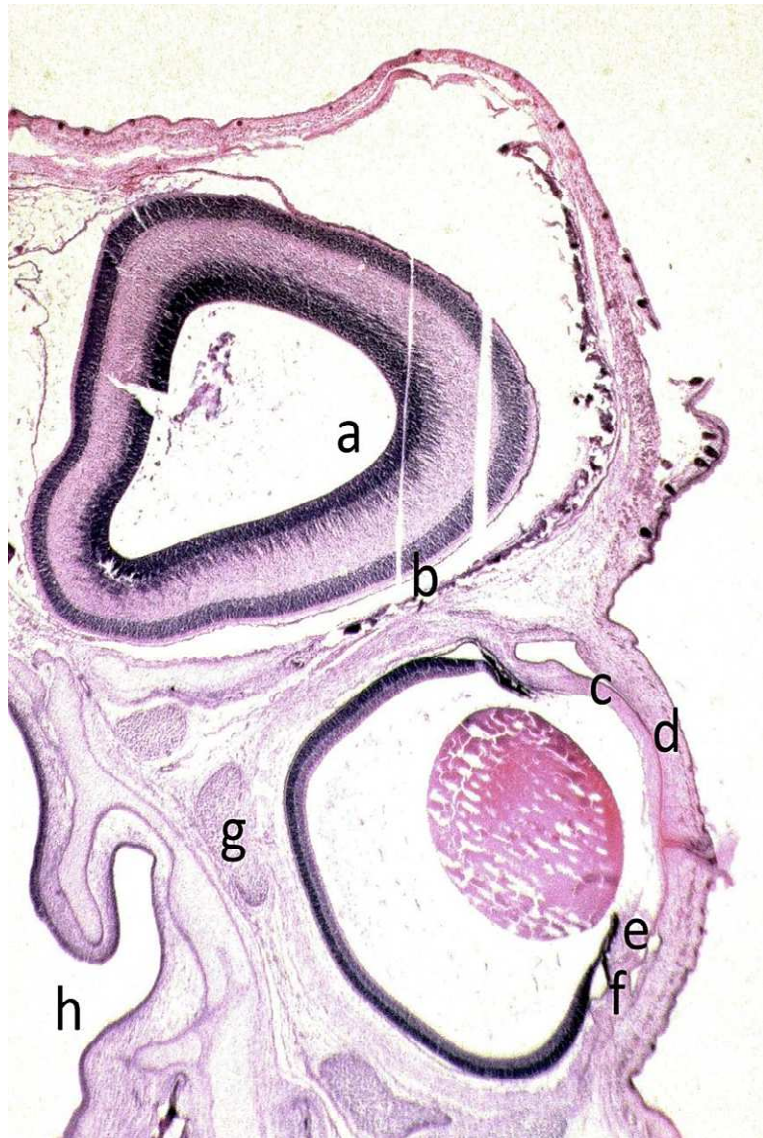
Ryc.60. Zdjęcie boczne płodu długości Si 78 mm(12 tygodni).
Barwienie alizaryną.

a – część nosowa kości czołowej, b – część oczodołowa kości czołowej, c – kość ciemieniowa, d – łuska potyliczna, e – część łuskowa kości skroniowej, f – łuk jarzmowy, g – gałąź żuchwy, h – wyrostek czołowy kości jarzmowej, i – trzon szczęki, j – wyrostek czołowy szczęki.



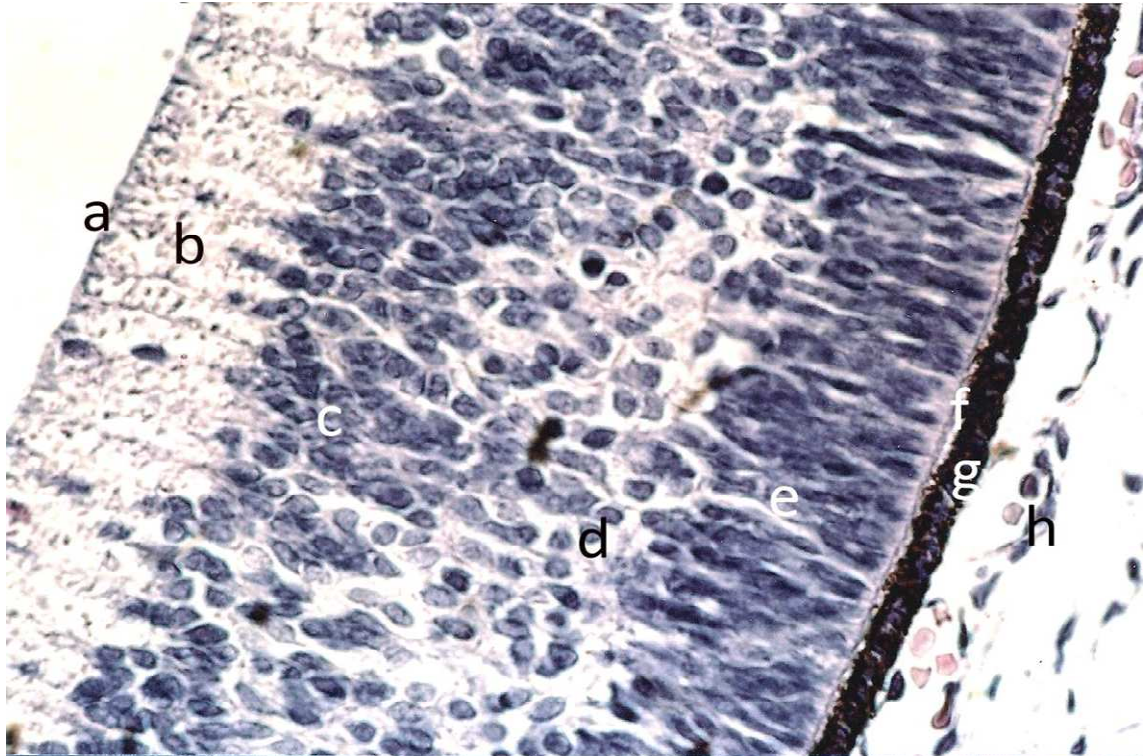
Ryc.61. Przekrój poziomy płodu długości Si 77 mm (12 tygodni).
Barwienie H+E, x10.

a– część oczodołowa kości czołowej, b – skrzydło mniejsze kości klinowej, c – błędnik sitowy, d – lemiesz, e – język, f – gałąź żuchwy, g – gałka oczna, h – tarczka powieki górnej.



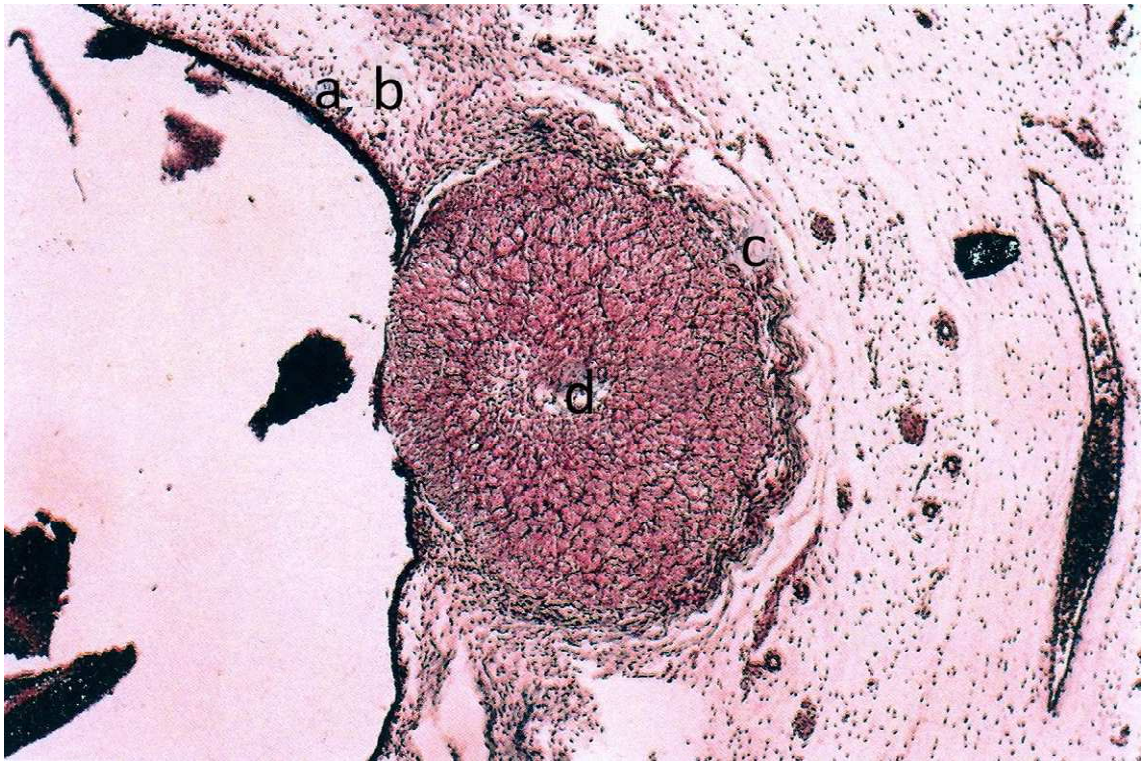
Ryc.62. Przekrój poziomy płodu długości Si 71 mm (12 tygodni).
Barwienie H+E, x23.

a – półkula mózgu, b – część oczodołowa kości czołowej,
c – rogówka, d – powieka górna, e – siateczka beleczkowa,
f – mięsień rzęskowy, g – mięsień prosty przyśrodkowy,
h – jama nosowa.



Ryc.63.Przekrój siatkówki płodu długości 71 mm (12 tygodni).
Barwienie H+E, x100.

a– błona graniczna wewnętrzna, b – warstwa włókien nerwu wzrokowego, c – warstwa zwojowa nerwu wzrokowego, d – warstwa spłotowata wewnętrzna, e – pierwotna warstwa jądrzasta (zewnątrzna), f – błona graniczna zewnętrzna, g – warstwa barwnikowa, h – naczyniówka.



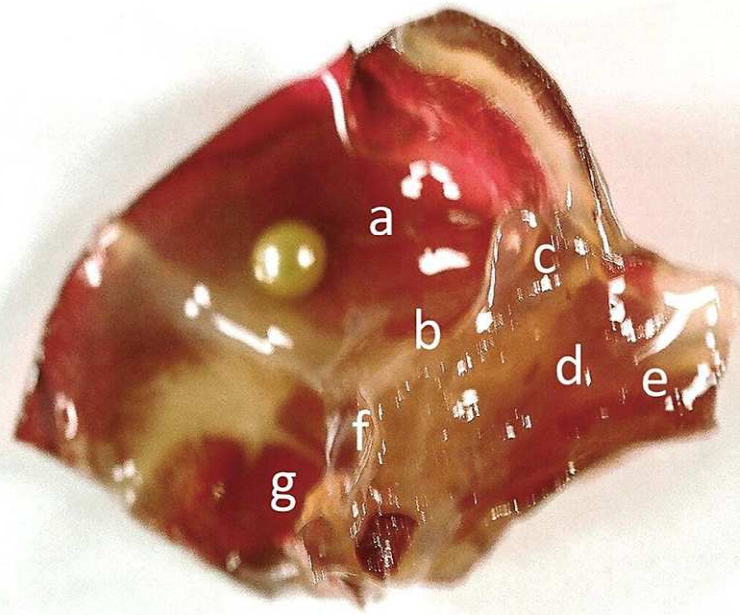
Ryc.64. Przekrój poprzeczny przez odcinek przygałkowy nerwu wzrokowego płodu długości Si 63 mm (11 tygodni). Impregnacja azotanem srebra według Holmesa, x80.

a – warstwa barwnikowa siatkówki, b – naczyńiówka,
c – pochewka nerwu wzrokowego, d – tętnica środkowa siatkówki.



Ryc.65. Płód długości Si 88 mm (13 tygodni). Barwienie alizaryną.

a – część oczodołowa kości czołowej, b – wyrostek czołowy szczęki, c – wyrostek jarzmowy szczęki, d – wyrostek czołowy kości jarzmowej, e – łuk jarzmowy, f – żuchwa, g – łuska skroniowa, h – kość ciemieniowa.



Ryc.66. Płód długości Si 125 mm (15 tygodni). Barwienie alizaryną.

a – łuska czołowa, b – brzeg nadoczodołowy, c – część nosowa kości czołowej, d – blaszka oczodołowa błędnika sitowego, e – wyrostek zębodołowy szczęki, f – wyrostek jarzmowy kości czołowej, g – łuska skroniowa.



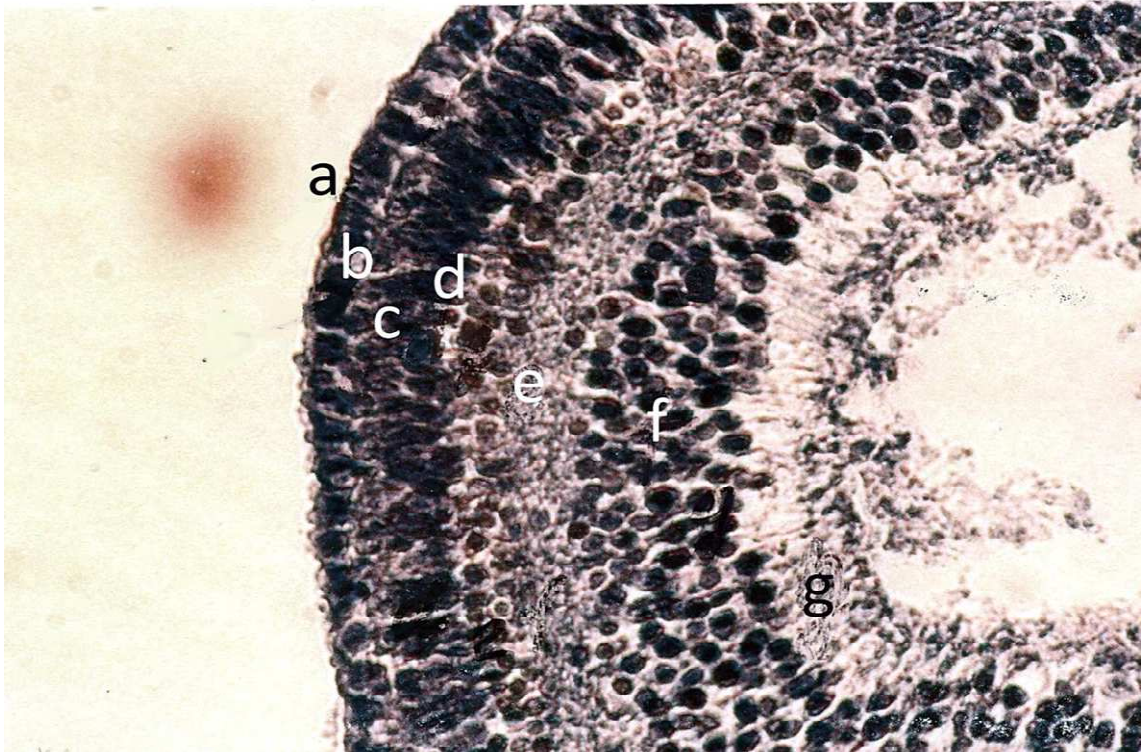
Ryc.67. Przekrój poziomy płodu długości Si 86 mm (13 tygodni). Impregnacja białczanem srebra według Bodiana, x38.

a – jama nosowa, b – zrosnięte powieki, c – gałka oczna,
d – blaszka oczodołowa błędnika sitowego, e – blaszka pionowa
kości podniebiennej, f – tkanka łączna oczodołu.



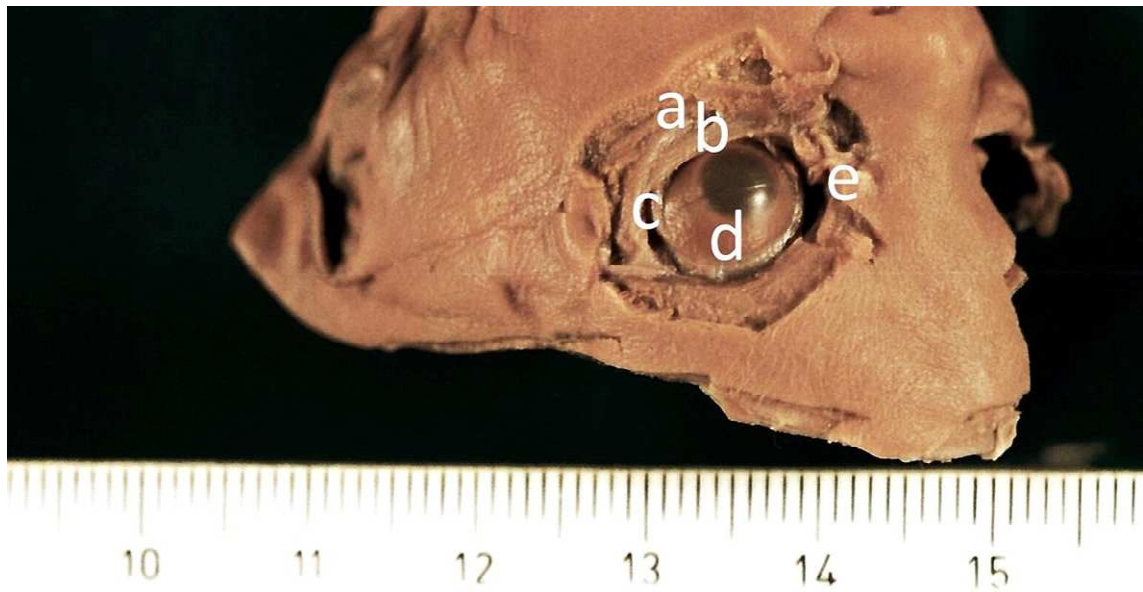
Ryc.68. Przekrój poziomy gałki ocznej płodu długości Si 86 mm (13 tygodni). Barwienie fioletem krezyłu według Nissla.

a – mięsień okrężny oka, b – rogówka, c – mięsień rzęskowy, d – wyrostki rzęskowe.



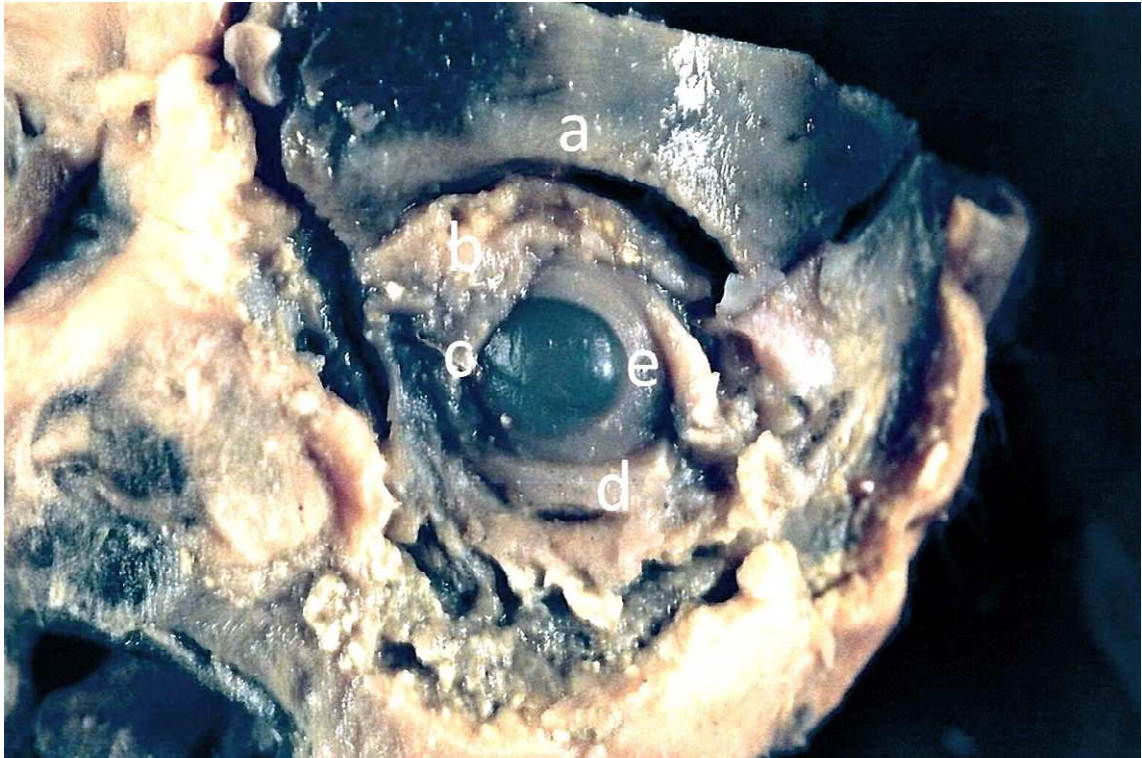
Ryc.69. Przekrój czołowy siatkówki płodu długości Si 110 mm (14 tygodni). Barwienie fioletem krezyłu według Nissla, x640.

a – błona graniczna, b – warstwa pierwotnych komórek pręcikowych i czopkowych, c – warstwa splotowata zewnętrzna, d – warstwa jądrzasta wewnętrzna, e – warstwa splotowata wewnętrzna, f – warstwa zwojowa, g – warstwa włókien nerwu wzrokowego.



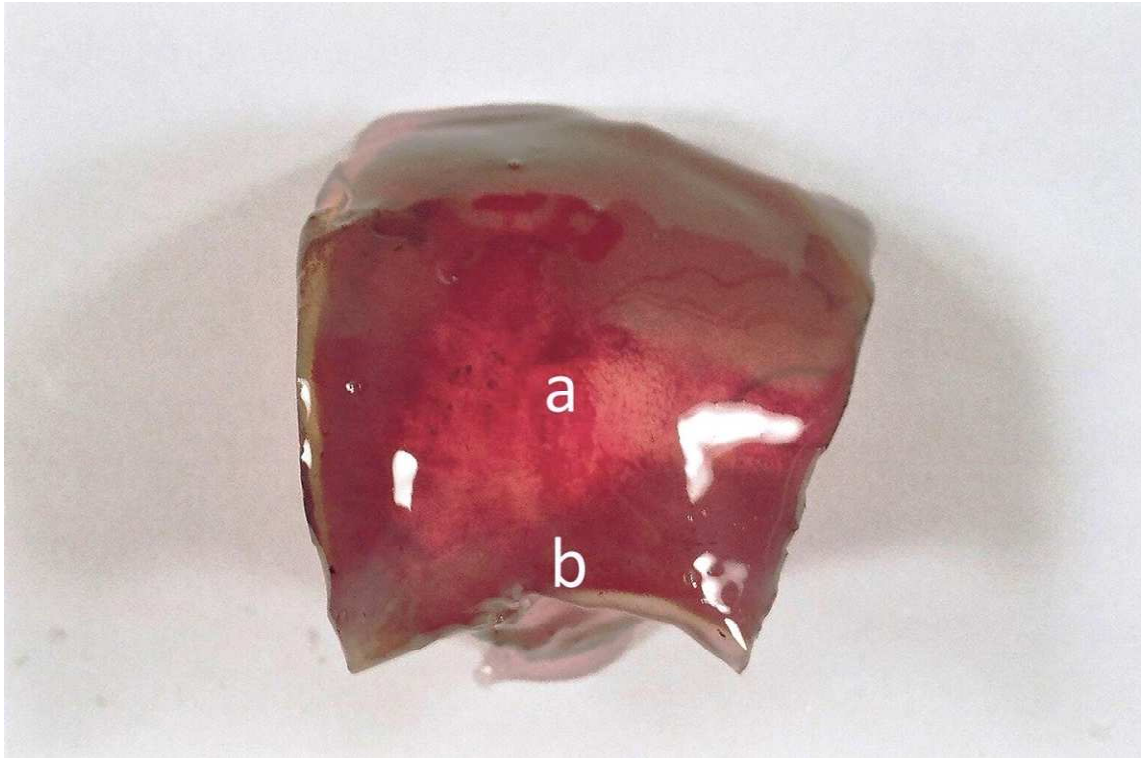
Ryc.70. Płód długości Si 150 mm (16 tygodni).

a – brzeg nadoczodołowy, b – tarczka powieki górnej,
c – przegroda oczodołowa, d – rogówka, e – kąt boczny oka.



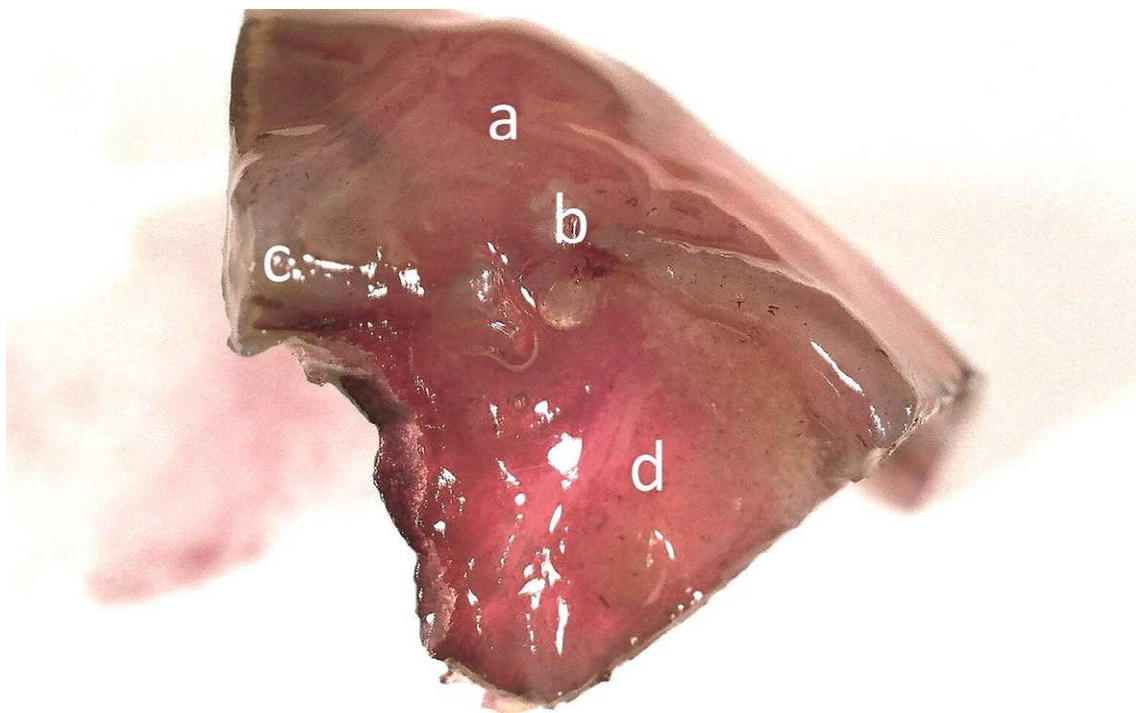
Ryc.71. Płód długości Si 260 mm (27 tygodni).

A – brzeg nadoczodołowy, b – ciało tłuszczowe, c –przegroda oczodołowa, d – mięsień okrężny oka, e – rogówka.



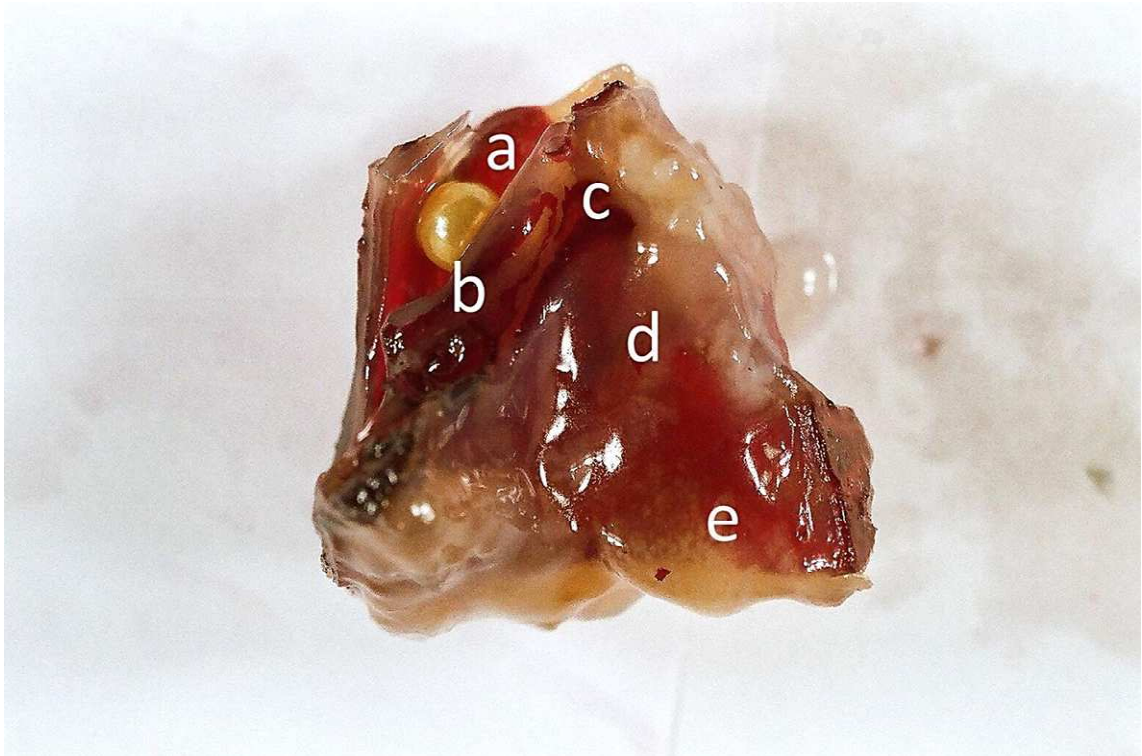
Ryc.72. Prawa kość czołowa płodu długości Si 281 mm (31 tygodni). Barwienie alizaryną.

a – powierzchnia przednia łuski czołowej, b – brzeg nadczołowy.



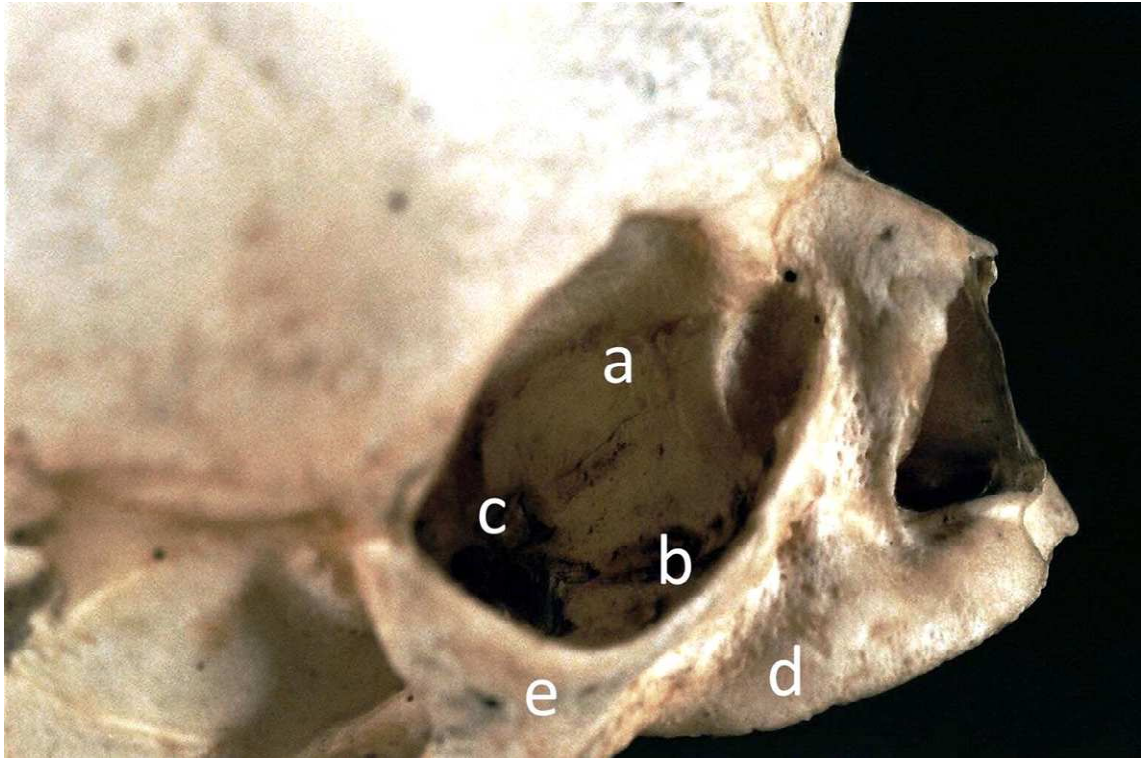
Ryc.73. Lewa kość czołowa płodu długości Si 281 mm (31 tygodni).
Barwienie alizaryną.

a – łuska czołowa, b – brzeg nadczołowy, c – część nosowa,
d – powierzchnia oczodołowa od strony oczodołu.



Ryc.74. Prawa szczęka płodu długości Si 281 mm (31 tygodni).
Barwienie alizaryną.

a – powierzchnia oczodołowa trzonu szczęki, b – wyrostek
zębodołowy, c – kość przysieczna, d – wyrostek podniebienny
szczęki, e – blaszka pozioma kości podniebiennej.



Ryc.75. Czaszka płodu długości Si 325 mm (36 tygodni).

a- blaszka oczodołowa błędniaka sitowego,
b – kanał podoczodołowy, c – szczelina oczodołowa dolna,
d – trzon szczęki, e - kość jarzmowa.