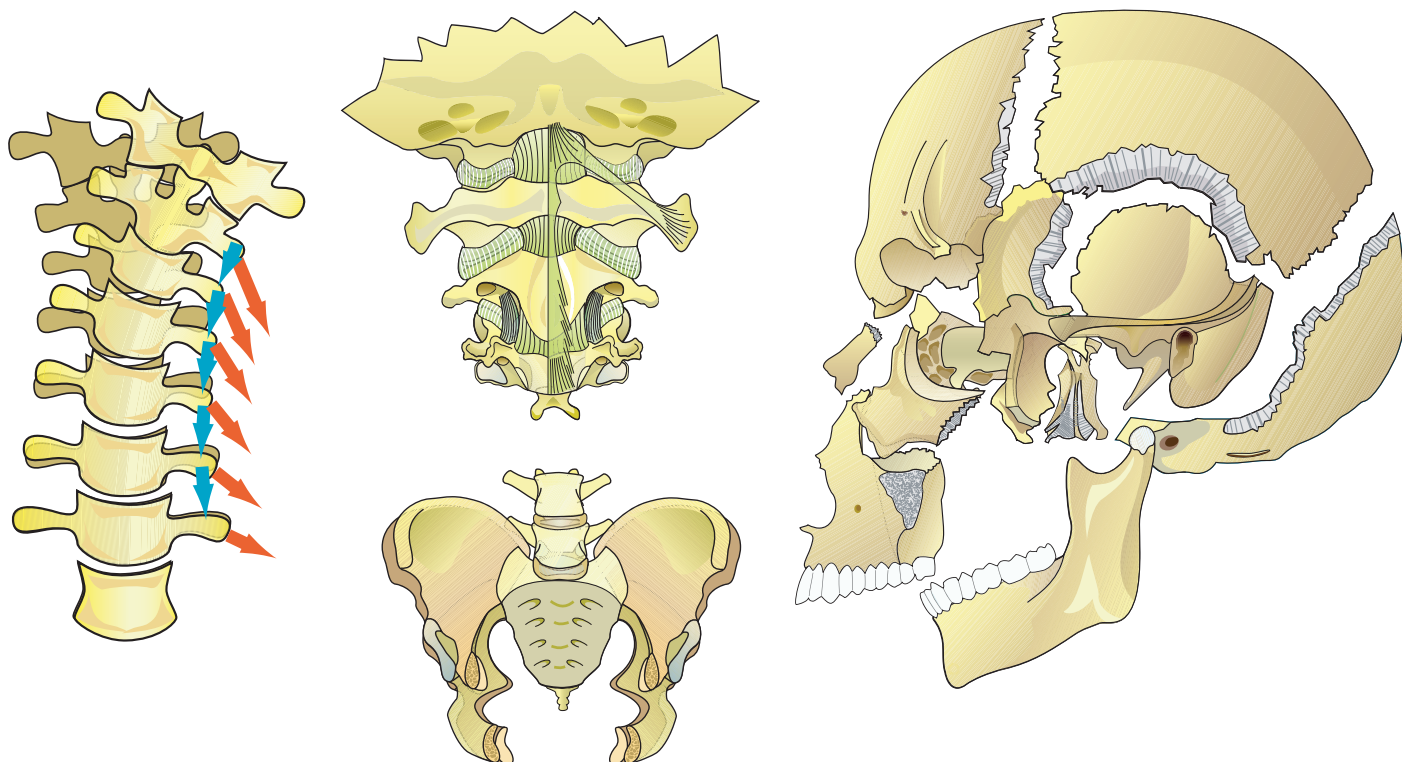


Anatomia funkcjonalna stawów

Wydanie 7

3 Kręgosłup, miednica, głowa



Redakcja wydania polskiego RAFAŁ GNAT

A.I. KAPANDJI

ANATOMIA FUNKCJONALNA

Tom 3

Kręgosłup i głowa

Wydanie siódme

Słowo wstępne: Profesor Gérard Saillant
i Profesor Robert Merle d'Aubigné

539 oryginalnych ilustracji autora

Redakcja wydania II polskiego
Rafał Gnat

Originally published in French by Éditions Maloine, Paris, France under the title:
Volume 1: *Anatomie fonctionnelle: Membre supérieur* 7th edition © Maloine 2018
Volume 2: *Anatomie fonctionnelle: Membre inférieur* 7th edition © Maloine 2018
Volume 3: *Anatomie fonctionnelle: Tête et rachis* 7th edition © Maloine 2018

Copyright © Éditions Maloine 2018
All rights reserved

ISBN: 978-2-224-03542-6

The right of A.I. Kapandji to be identified as the Author of this text has been asserted in accordance with the Copyright, Designs and Patents Acts 1988.

Tłumaczenie niniejszej publikacji zostało podjęte przez wydawnictwo **EDRA URBAN & PARTNER** na jego własną odpowiedzialność. Lekarze kliniczni oraz prowadzący badania naukowe, oceniając oraz wykorzystując jakiegokolwiek opisane tu informacje, metody, związki chemiczne czy eksperymenty, muszą zawsze opierać się na swoim osobistym doświadczeniu i wiedzy. W najpełniejszym zakresie dozwolonym przepisami prawa wydawnictwo, autorzy, redaktorzy ani inne osoby, które przyczyniły się do powstania niniejszej publikacji, nie ponoszą żadnej odpowiedzialności w odniesieniu do jej tłumaczenia ani za jakiegokolwiek obrażenia czy zniszczenia dotyczące osób czy mienia związane z wykorzystaniem produktów, zaniedbaniem lub innym niedopatrzeniem, ani też wynikające z zastosowania lub działania jakiegokolwiek metod, produktów, instrukcji czy koncepcji zawartych w przedstawionym tu materiale.

Wszelkie prawa zastrzeżone, szczególnie prawo do przedruku i tłumaczenia na inne języki. Żadna z części tej książki nie może być reprodukowana lub przenoszona w jakiegokolwiek formie na wszelkie nośniki elektroniczne, mechaniczne lub inne, włączając kserokopiowanie, nagrywanie lub inne systemy składowania i odzyskiwania informacji bez uprzedniej pisemnej zgody Wydawnictwa

© Copyright for the Polish edition by Edra Urban & Partner, Wrocław 2020

Redakcja naukowa I oraz II wydania polskiego, a także tłumaczenie z języka angielskiego:
dr hab., prof. nadzw. AWF Katowice Rafał Gnat

Prezes Zarządu: Giorgio Albonetti
Redaktor naczelny: lek. med. Edyta Błażejewska
Redaktor prowadzący: Irena Zaucha-Nowotarska
Opracowanie skorowidza: lek. med. Katarzyna Daniel-Szczęsny

ISBN 978-83-66548-42-8

Edra Urban & Partner
ul. Kościuszki 29, 50-011 Wrocław
tel.: + 48 71 726 38 35
biuro@edraurban.pl

www.edraurban.pl

Łamanie i przygotowanie do druku: Anna Noga-Grochola, PolSerwis Sp. z o.o.

Druk i oprawa: **opolgraf**  DRUKARNIA

Słowo wstępne do wydania piątego

Nawet doświadczeni chirurdzy specjalizujący się w leczeniu problemów układu ruchu nie mogą twierdzić, iż fizjologia kręgosłupa stanowi łatwy temat. Do jego przybliżenia musiał zostać powołany ktoś czujący pociąg do mechaniki, zamiłowanie do precyzji i mający umiejętność postrzegania trzech wymiarów, będący jednocześnie uzdolnionym nauczycielem posiadającym dar prostego przedstawiania skomplikowanych idei. Wszystkie te cechy przypisać można Adalbertowi Kapandjiemu, który w niniejszą pracę włożył cały swój talent artystyczny, troskę o dokładność i poczucie piękna, co wspólnie dało nieprawdopodobny efekt. Wszyscy uczyliśmy się anatomii wykorzystując schematy, jednak były one zawsze płaskie i „sztywne”, natomiast wycinane modele dr. Kapandjiego nadały im trzeci wymiar.

Zadanie dzielenia się wiedzą na temat kręgosłupa było dotychczas skomplikowane, gdyż jego kompleksowe ruchy są trudne do zrozumienia i wyjaśnienia. Osiągnięcie dr. Kapandjiego, niedoścignionego już w pierwszych dwóch tomach, staje się więc jeszcze bardziej imponujące w tej części, którą mam przyjemność anonsować.

W mojej opinii sukces jest całkowity. Zazdroszczę młodym chirurgom, którzy będą mieli nieograniczony dostęp do tej książki. Nie mam żadnych wątpliwości, iż w zakresie wyjaśnienia mechaniki kręgosłupa oraz rozwikłania przyczyn jego dysfunkcji, pozycja ta niezmiennie przyczynia się do postępu, jaki jest i będzie czyniony w dziedzinie medycyny.

Profesor R. MERLE d'AUBIGNÉ

Słowo wstępne do wydania szóstego

Kręgosłup nie kryje przed nami żadnej anatomicznej tajemnicy teraz, gdy jego wymagająca fizjologia została naświetlona w ramach niniejszej książki. Mimo odmienności odróżniających jego poszczególne odcinki – szyjny, piersiowy, lędźwiowy i krzyżowy – wszelkie podstawowe, strukturalne i funkcjonalne prawidła pozostają niezmiennie. Fizjologia kręgosłupa jest właściwie prosta i logiczna, niezależnie od tego, jak wiele nierozsądnych rzeczy powiedziano i napisano na jego temat, oraz ile niekorzystnych działań podjęto!

Wszystko staje się jasne po zrozumieniu, iż z jednej strony nieodzowna jest ochrona osi nerwowej, z drugiej – zachowanie chwiejnego kompromisu pomiędzy stabilnością i mobilnością, oraz że koroną kręgosłupa jest głowa odgrywająca istotną rolę dla kontaktów społecznych – siedlisko pięciu zmysłów, z których cztery posiadają bezpośrednie połączenie z mózgiem. Niepodważalną zasługą Adalberta Kapandjiego jest naturalne i proste wyjaśnienie tych zawiłości z wykorzystaniem bezpośredniego i zrozumiałego języka, a także niewiarygodnie przejrzystych schematów oraz ilustracji. Jeśli ktoś uprzednio myślał inaczej, teraz wszystko wyda się mu perfekcyjnie nieskomplikowane, a mit niepoddającej się zrozumieniu kolumny kręgowej zwyczajnie upadnie.

Rozszerzona szósta edycja tej inspirującej książki, z jej ekscytującym meritum oraz pięknym wydaniem, tak kształcącymi, jak i zachwycającymi, z całą pewnością stanie się skarbem wielu gorliwych Czytelników. Będzie ona rzeczą przydatną lub raczej esencjonalną dla studentów medycyny i innych specjalistów zainteresowanych układem ruchu: ortopedów, reumatologów, neurochirurgów, fizjoterapeutów, osteopatów, czy nawet muzyków lub wyczynowych sportowców zgłębiających szczegóły funkcjonowania własnych organizmów.

Adalbert I. Kapandji zasługuje na serdeczne podziękowania za tak zajmujące przypomnienie nam pewnych podstawowych faktów.

Profesor G. SAILLANT

Membre de l'Académie de Chirurgie

Ancien Doyen de la Faculté de Médecine Pitié Salpêtrière (Paris VI)

Ancien Chef de Service d'Orthopédie de l'Hôpital Pitié Salpêtrière

Przedmowa do wydania szóstego

W niniejszym, szóstym wydaniu tej pracy, trzy tomy traktujące o anatomii funkcjonalnej stawów człowieka zostały udoskonalone i zaktualizowane. Za pomocą komputera autor podjął się wymagającego zadania dodania kolorów do ilustracji, by uczynić je bardziej przejrzystymi i pomocnymi. Bez wahania zakres wprowadzonych zmian nazwać można metamorfozą. Towarzyszyły im również znaczące modyfikacje całego tekstu. Nowe wydanie posiada ponadto wiele dodatków, nie tylko w ramach oryginalnych rozdziałów, ale również w postaci całkowicie nowych części pt. *Chód* oraz *Nerwy kończyny dolnej*.

Wierząc w edukacyjną skuteczność wykorzystywania schematów trójwymiarowych, na końcu tomu autor dołącza modele mechaniczne przeznaczone do wycięcia i złożenia, oferujące zdobycie rzeczywistych i praktycznych doświadczeń biomechanicznych. Niektóre z poprzednio przedstawionych wyeliminowano, inne uproszczono, a także pojawiło się kilka modeli nowych.

Przedmowa do wydania siódmego

Pierwsze wydanie niniejszego podręcznika powstało w latach sześćdziesiątych XX w. i zyskało dużą popularność nie tylko we Francji, ale również poza jej granicami, o czym świadczą tłumaczenia aż na czternaście języków. Niniejsza, siódma edycja książki jest wyrazem celebracji nowego podejścia do nauczania anatomii funkcjonalnej ciała człowieka.

Zrobiliśmy wszystko co w naszej mocy, by jeszcze bardziej udoskonalić aktualne wydanie oraz przedstawiliśmy nowe idee w załącznikach poruszających koncepcje masy, ciężaru, środka ciężkości, hipermobilności stawów oraz prawa Ockhama.

Na końcu ponownie można znaleźć unikatowe modele mechaniczne. Należy postrzegać je jako praktyczne wyzwanie dla studiujących biomechanikę, wymagające wnikliwości i cierpliwości. Budując je, studenci mogą manualnie doświadczyć trudności, jakich wymagała kreacja zrównoważonych stawów.

Przedmowa do wydania polskiego

Otoczający nas świat, naznaczony przykrą koniecznością przemijania, pozwala jednak w wyjątkowych chwilach nawiązać kontakt i obcować z ponadczasowością, z dziełami, które mimo upływu dekad są wciąż aktualne i jeszcze długo nie odejdą w zapomnienie. Mam ogromną przyjemność zaprezentować jedno z takich dzieł polskim Czytelnikom. Jest to *Anatomia funkcjonalna* A. Kapandjiego, która powstała ponad 30 lat temu i od tego czasu nieprzerwanie służy specjalistom w różnych dziedzinach medycyny, fizjoterapeutom, a także trenerom oraz sportowcom. Przed laty jako student osobiście wykorzystywałem ją, przygotowując się do zajęć i egzaminów, a później również pracując z pacjentami. Niestety, wówczas musieliśmy polegać na obcojęzycznych wersjach książki. Teraz sytuacja ta się zmieni. Otrzymałszy propozycję przekładu dzieła Kapandjiego na język polski byłem bardzo szczęśliwy. Na uczucie to składała się świadomość, iż w końcu łatwiejszy stanie się dla moich kolegów po fachu dostęp do przeogromnego źródła wiedzy, jakim jest przedstawiana książka, poświęcona budowie i funkcjonowaniu narządu ruchu człowieka, oraz że dane mi będzie zaangażować się w to przedsięwzięcie. To dla mnie prawdziwy honor. Odnoszę również wrażenie, iż *Anatomii funkcjonalnej* nie trzeba specjalnie rekomendować, ponieważ bardzo szeroka rzesza profesjonalistów już mniej lub lepiej ją zna, i docenia jej niezaprzeczalne walory. Nowym Czytelnikom wystarczy z kolei lektura kilku stron i przyjrzenie się doskonałym ilustracjom przygotowanym przez samego autora, by przekonać się do książki. Nie trzeba szukać dla niej miejsca, lecz raczej pomyśleć, iż na rynku wydawniczym wypełniony zostanie pewien odczuwalny od dawna „brak”. Serdecznie zapraszam.

Powyższe słowa skierowałem do Czytelników w roku 2013, kiedy to na rynku polskim pojawiło się pierwsze wydanie *Anatomii funkcjonalnej*. Teraz, w roku 2020, moje zadowolenie zostało pomnożone, gdyż ogromna poczytność tej wspaniałej pracy doprowadziła do jej powtórnego wydania. Ponownie za honor i wyróżnienie traktuję możliwość przyłożenia pióra do finalizacji tego przedsięwzięcia. W aktualnym wydaniu książki pojawiło się kilka nowych rozdziałów oraz kilka nowych rycin. Są one cennym uzupełnieniem poprzedniej wersji. Dość wyraźnie zaznacza się pośród nich zainteresowanie Autora funkcjonalną stroną chodu oraz pewnymi aspektami ewolucji narządu ruchu człowieka. Są to kierunki dodające ciekawej głębi tekstowi o mechanicznym, w większości, wydźwięku. Jestem przekonany, iż niniejsza, nowa edycja *Anatomii funkcjonalnej* będzie cieszyć się podobnym powodzeniem, jak poprzednia. Z całą pewnością liczba entuzjastów A. Kapandjiego w Polsce będzie nieustająco wzrastać.

Rafał Gnat

Bielsko - Biała, 14 października 2020

Spis treści

Rozdział 1: Ogólny obraz kręgosłupa. 2

Kręgosłup: maszt z olinowaniem	4
Kręgosłup: oś ciała i ochrona układu nerwowego	6
Ogólny obraz wygięć kręgosłupa	8
Rozwój wygięć kręgosłupa	10
Struktura typowego kręgu	12
Wygięcia kręgosłupa	14
Struktura trzonu kręgu	16
Funkcjonalne komponenty kręgu	18
Elementy połączenia międzykręgowego	20
Struktura krążka międzykręgowego	22
Jądro miażdżyste jako przegub sferyczny	24
Stan napięcia wstępnego krążka i autostabilizacja połączenia trzonów kręgów	26
Absorpcja wody przez jądro miażdżyste	28
Siły kompresyjne oddziałujące na krążek	30
Struktura krążka w różnych odcinkach kręgosłupa	32
Elementarne ruchy krążka międzykręgowego	34
Automatyczna rotacja kręgosłupa podczas skłonu bocznego	36
Zakres ruchów zgięcia–wyprostu kręgosłupa	38
Zakres ruchu skłonu bocznego kręgosłupa	40
Zakres ruchów rotacji kręgosłupa	42
Kliniczna ocena zakresu globalnych ruchów kręgosłupa	44

Rozdział 2: Obręcz miedniczna. 46

Dymorfizm płciowy obręczy miednicznej	48
Model mechaniczny obręczy miednicznej	50
Architektura obręczy miednicznej	52
Powierzchnie stawowe stawu krzyżowo- -biodrowego	54
Powierzchnia uchowata kości krzyżowej i różne typy kręgosłupa	56
Więzadła stawu krzyżowo-biodrowego	58
Nutacja i kontrnutacja	60
Różne teorie na temat nutacji	62
Spojenie łonowe i staw krzyżowo-guziczny	64
Wpływ pozycji ciała na stawy obręczy miednicznej	66
Ściana miednicy	68
Przepona miedniczna	70
Okolice krocza u kobiet	72
Objętość jamy brzusznej i jamy miednicy	74
Poród	76
Mikcja i defekacja u kobiet	78
Okolice krocza u mężczyzn	80
Zewnętrzne punkty anatomiczne miednicy: romb Michaelisa i trójkąt Lewinnecka	82

Rozdział 3: Lędźwiowy odcinek kręgosłupa 84

Ogólny obraz kręgosłupa lędźwiowego	86
Struktura kręgu lędźwiowego	88
Kompleks więzadłowy kręgosłupa lędźwiowego	90
Zgięcie, wyprost i skłon boczny kręgosłupa lędźwiowego	92
Rotacja kręgosłupa lędźwiowego	94
Przejście lędźwiowo-krzyżowe i kręgozmyk	96
Więzadła biodrowo-lędźwiowe i ruchy przejścia lędźwiowo-krzyżowego	98
Mięśnie tułowia w przekroju horyzontalnym	100
Mięśnie tylnej części tułowia	102
Znaczenie 3. kręgu lędźwiowego i 12. kręgu piersiowego	104
Mięśnie bocznej części tułowia	106
Mięśnie brzucha: prosty i poprzeczny	108
Mięśnie brzucha: skośne wewnętrzne i zewnętrzne	110
Mięśnie brzucha: wcięcie talii	112
Mięśnie brzucha: rotacja tułowia	114
Mięśnie brzucha: zgięcie tułowia	116
Mięśnie brzucha: głębokość lordozy lędźwiowej	118
Tułów jako struktura pneumatyczna: manewr Valsalvy	120
Statyka kręgosłupa lędźwiowego w pozycji stojącej	122
Siad i asymetryczne pozycje stojące: kręgosłup muzyka	124
Kręgosłup w pozycjach siedzących i leżących	126
Zakres zgięcia–wyprostu kręgosłupa lędźwiowego	128
Zakres skłonu bocznego kręgosłupa lędźwiowego	130
Zakres rotacji kręgosłupa lędźwiowo-piersiowego	132
Otwór międzykręgowy	134
Różne typy przepukliny krążka międzykręgowego	136
Przepuklina krążka międzykręgowego i mechanizm ucisku korzenia nerwowego	138
Objaw Lasègue’a	140

Rozdział 4: Piersiowy odcinek kręgosłupa i klatka piersiowa. 142

Typowy kręgi piersiowy i dwunasty kręgi piersiowy	144
Zgięcie–wyprost i skłon boczny kręgosłupa piersiowego	146
Rotacja kręgosłupa piersiowego	148
Połączenia żeber z kręgosłupem	150
Ruchy w połączeniach żeber z kręgosłupem	152
Ruchy chrząstek żebrowych i mostka	154
Zmiana kształtu klatki piersiowej podczas wdechu	156
Czynność mięśni międzyżebrowych i mięśnia mostkowo-żebrowego	158
Czynność przepony	160
Mięśnie oddechowe	162

Synergizm–antagonizm przepony i mięśni brzucha	164	Mięśnie podpotyliczne	250
Przepływ powietrza w drogach oddechowych	166	Czynność mięśni podpotylicznych: skłon boczny	
Objętości oddechowe	168	i wyprost	252
Patofizjologia oddychania	170	Czynność mięśni podpotylicznych: rotacja	254
Typy oddechowe: sportowcy, muzycy i inni	172	Mięśnie tylnej części odcinka szyjnego: warstwy	
Martwa przestrzeń	174	pierwsza i czwarta	256
Podatność klatki piersiowej	176	Mięśnie tylnej części odcinka szyjnego: warstwa	
Elastyczność chrząstek żebrowych	178	druga	258
Mechanizm kaszlu i manewr Heimlicha	180	Mięśnie tylnej części odcinka szyjnego: warstwa	
Mięśnie krtani i ochrona dróg oddechowych		trzecia	260
podczas przełykania	182	Wyprost szyjnego odcinka kręgosłupa z udziałem	
Głośnia i struny głosowe: fonacja	184	mięśni tylnych	262
Rozdział 5: Szyjny odcinek kręgosłupa . . . 186		Synergizm–antagonizm mięśni przykręgosłupowych	
Ogólny obraz kręgosłupa szyjnego	188	i mostkowo-obojętkowo-sutkowatego	264
Schematyczny obraz trzech pierwszych kręgów		Globalne zakresy ruchu szyjnego odcinka kręgosłupa . .	266
szyjnych	190	Relacje pomiędzy układem nerwowym a szyjnym	
Stawy szczytowo-obrotowe	192	odcinkiem kręgosłupa	268
Zgięcie i wyprost w stawach szczytowo-obrotowych . .	194	Relacje pomiędzy nerwami rdzeniowymi odcinka	
Rotacja w stawach szczytowo-obrotowych	196	szyjnego a kręgosłupem	270
Powierzchnie stawowe stawu szczytowo-potylicznego .	198	Tętnice kręgowe i inne naczynia krwionośne	
Rotacja w stawie szczytowo-potylicznym	200	szyjnego odcinka kręgosłupa	272
Skłon boczny oraz zgięcie–wyprost w stawie		Znaczenie nasady łuku kręgu	274
szytowo-potylicznym	202	Rozdział 6: Głowa 276	
Więzadła podpotyliczne	204	Czaszka	278
Więzadła podpotyliczne (cd.)	206	Szwy czaszki	280
Więzadła podpotyliczne (cd.)	208	Mózgo- i twarzoczaszka	282
Struktura typowego kręgu szyjnego	210	Pole widzenia i lokalizacja dźwięków	284
Więzadła dolnej części kręgosłupa szyjnego	212	Mięśnie mimiczne	286
Zgięcie i wyprost dolnej części kręgosłupa szyjnego . .	214	Ruchy warg	288
Ruchy w stawach unkowatebralnych	216	Ruchy warg (cd.)	290
Orientacja powierzchni stawowych: oś sprzężonej		Wyraz twarzy	292
rotacji i skłonu boczego	218	Staw skroniowo-żuchwowy	294
Sprężona rotacja i skłon boczny dolnej części		Struktura stawu skroniowo-żuchwowego	296
kręgosłupa szyjnego	220	Ruchy stawu skroniowo-żuchwowego	298
Geometryczna ilustracja sprzężonej rotacji i skłonu		Mięśnie zamykające szczęki	300
boczego	222	Mięśnie zaangażowane w otwieranie szczęk	302
Model mechaniczny kręgosłupa szyjnego	224	Rola mięśni w ruchach żuchwy	304
Ruchy sprzężonej rotacji i skłonu boczego		Gąłka oczna: idealny staw kulisty	306
na modelu mechanicznym	226	Mięśnie oka a poziome i pionowe ruchy gałek	
Porównanie modelu i kręgosłupa szyjnego podczas		ocznych	308
ruchów skłonu boczego–rotacji	228	Mięśnie oka a zbieżność wzroku	310
Możliwości kompensacyjne górnego odcinka		Mechaniczny problem spojrzenia „z ukosa”	312
szyjnego	230	Spojrzenie „z ukosa”: rola mięśni skośnych i nerwu	
Zakresy ruchów szyjnego odcinka kręgosłupa	232	błoczkowego	314
Zrównoważenie głowy i szyjnego odcinka kręgosłupa .	234	Dodatki	317
Struktura i funkcja mięśnia mostkowo-obojętkowo-		Masa, ciężar i środek ciężkości	318
-sutkowatego	236	Jak zlokalizować barycentrum?	320
Mięśnie przykręgosłupowe: długi szyi	238	Hipermobilność stawów	322
Mięśnie przykręgosłupowe: długi głowy, prosty		Prawo oszczędności: brzytwa Ockhama	324
przedni głowy i prosty boczny głowy	240	Bibliografia	327
Mięśnie przykręgosłupowe: mięśnie pochyle	242	Skorowidz	328
Ogólny obraz mięśni przykręgosłupowych	244	Mechaniczny model szyjnego odcinka	
Zgięcie głowy i szyjnego odcinka kręgosłupa	246	kręgosłupa – do wycięcia i złożenia	333
Mięśnie tylnej części odcinka szyjnego	248		

Tom 3

Kręgosłup i głowa

Rozdział 1

OGÓLNY OBRAZ KRĘGOSŁUPA

Człowiek należy do kręgowców

Gatunek ludzki należy do podtypu kręgowców i stanowi końcowe „osiągnięcie” długofalowego procesu ewolucji, który rozpoczął się, gdy stworzenia morskie opuściły wody, by rozpocząć kolonizację lądów.

Układ ruchu człowieka jest skoncentrowany wokół kręgosłupa, który powstał w wyniku transformacji prototypu rozpoznawalnego już u ryb z grupy *crossopterygian*, będących czworonożnymi stworzeniami ogoniastymi uważanymi za formę przejściową pomiędzy rybami a płazami. Wszystkie oryginalne elementy pierwowzoru są ciągle obecne, doszło jednak do pewnych zmian, wśród których najłatwiej zauważyć można:

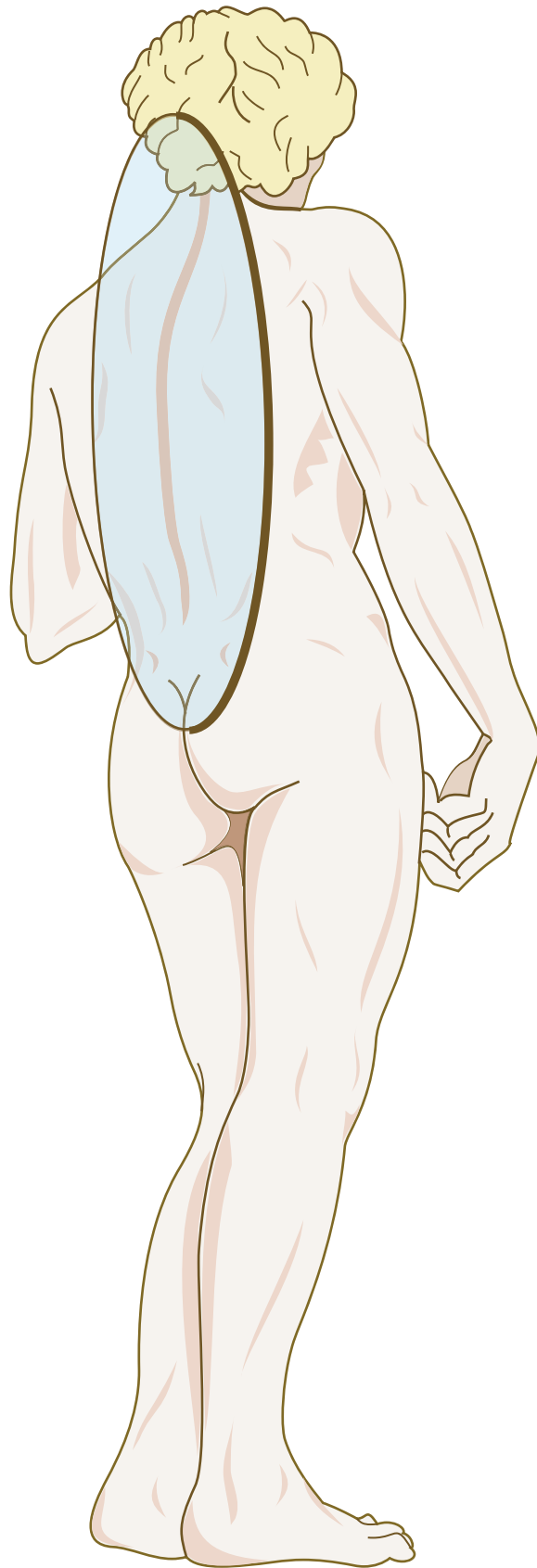
- utratę ogona;
- pionizację całego kręgosłupa.

Wymienione modyfikacje wywarły głęboki wpływ na oś ludzkiego szkieletu (tj. kolumnę kręgosłupa), która mimo to

ciągle stanowi zbiór małych kości (tj. kręgów) ułożonych jedna na drugiej i mogących wykonywać względem siebie różnorodne ruchy.

Ten kostno-stawowy kompleks nie tylko wspiera ciało, ale daje również ochronę rdzeniowi kręgowemu, stanowiącemu zespół przewodów łączących wszystkie mięśnie z mózgiem spoczywającym bezpiecznie we wnętrzu czaszki położonej na szczycie kręgosłupa.

Kolumna kręgów upodabnia człowieka do bliskich mu kuzynów – małą człekokształtnych, które również są obdarzone zdolnością dwunożnej lokomocji, jednak w ograniczonych wymiarach czasowych. Dlatego też, mimo cech wspólnych, zauważalne są między nimi znaczne różnice.



Kręgosłup: maszt z olinowaniem

Kręgosłup, pionowa oś organizmu, musi sprostać dwóm przeciwstawnym wymaganiom mechanicznym: zachować jednocześnie odpowiedni poziom sztywności i plastyczności. Jest to możliwe, nawet pomimo wybitnie niestabilnego spiętrzenia kręgów, dzięki rodzajowi „**olinowania**” **wbudowanego w jego strukturę**.

W **symetrycznym ustawieniu ciała** (**ryc. 1**) kręgosłup potraktować można jak maszt statku spoczywający na miednicy i uwieńczony głową. Na wysokości barków zostaje do niego doczepiona poprzecznie główna reja (tj. obręcz barkowa). Wszystkie poziomy kręgosłupa posiadają *więzadłowe i mięśniowe stabilizatory* zaaranżowane na wzór **sztagów** łączących maszt z kadłubem (tj. miednicą).

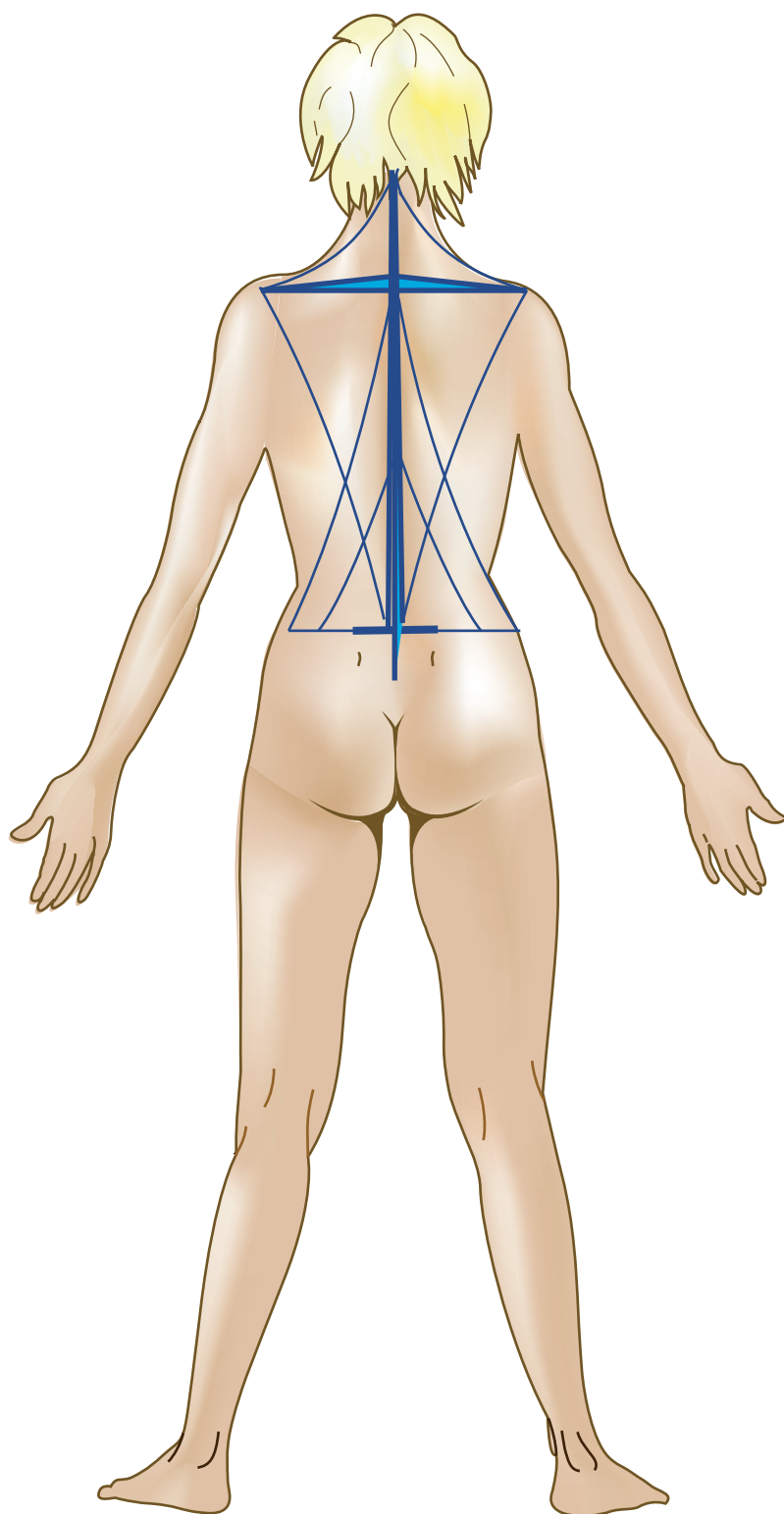
Drugi system sztagów, o kształcie romboidalnym, jest związany ze wspomnianą obręczą barkową. Jego długa przekątna ustawia się pionowo, a krótka – horyzontalnie. W ustawieniu symetrycznym wszystkie elementy olinowania wykazują zrównoważone napięcie, a maszt kieruje się wprost do góry. W staniu **na jednej nodze** (**ryc. 2**), gdy ciężar ciała jest

transmitowany w kierunku podłoża jedynie przez kończynę podporową, miednica pochyla się, a kręgosłup musi ulec odpowiedniemu zniekształceniu:

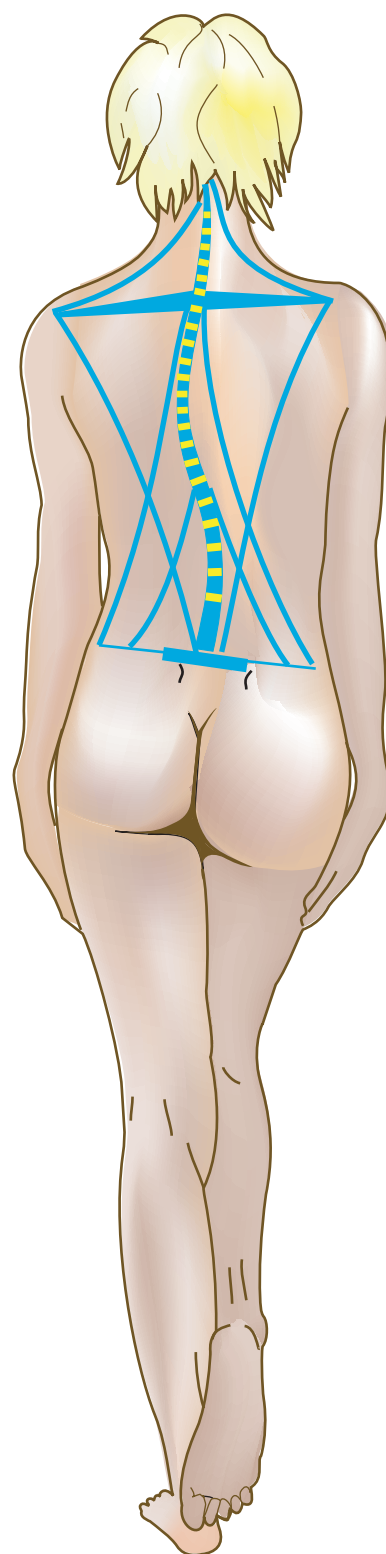
- Odcinek lędźwiowy wykonuje skłon boczny w kierunku kończyny podporowej;
- Odcinek piersiowy wykonuje przeciwny skłon boczny;
- Odcinek szyjny, podobnie jak lędźwiowy, wykonuje skłon boczny w kierunku kończyny podporowej.

Mięśniowe stabilizatory *automatycznie* dostosowują stopień napięcia tak, by zachować stan równowagi. Proces ten jest oparty o odruchy rdzeniowe oraz o system pozapiramidowy, który nieustannie reguluje tonus licznych mięśni posturalnych.

Plastyczność kręgosłupa jest związana z jego strukturą (tj. licznymi elementami składowymi ułożonymi jeden na drugim i powiązanymi więzadłami oraz mięśniami). Może zatem dochodzić do *zmian kształtu kręgosłupa* pod wpływem aktywności mięśni, *jednak nie narusza to jego sztywności*.



Ryc. 1



Ryc. 2

Kręgosłup: oś ciała i ochrona układu nerwowego

Kręgosłup stanowi **centralną kolumnę tułowia (ryc. 3)**. Jego **odcinek piersiowy (przekrój b)** jest przesunięty najbardziej ku tyłowi – leży w jednej czwartej głębokości tułowia; **odcinek szyjny (przekrój a)** sytuuje się bardziej centralnie – w jednej trzeciej głębokości szyi; a **odcinek lędźwiowy (przekrój c)** jest zlokalizowany dokładnie w połowie głębokości tułowia. Zjawiska takie można wyjaśnić na podstawie pewnych uwarunkowań lokalnych:

- W odcinku szyjnym kręgosłup podpierający głowę musi znajdować się jak najbliżej jej środka ciężkości.
- W odcinku piersiowym przesunięcie ku tyłowi daje przestrzeń życiową organom śródpiersia, zwłaszcza sercu.
- W odcinku lędźwiowym, gdzie pojawia się konieczność podpierania znacznego ciężaru górnej części ciała, kręgosłup przesuwa się ku przodowi, w głąb jamy brzusznej.

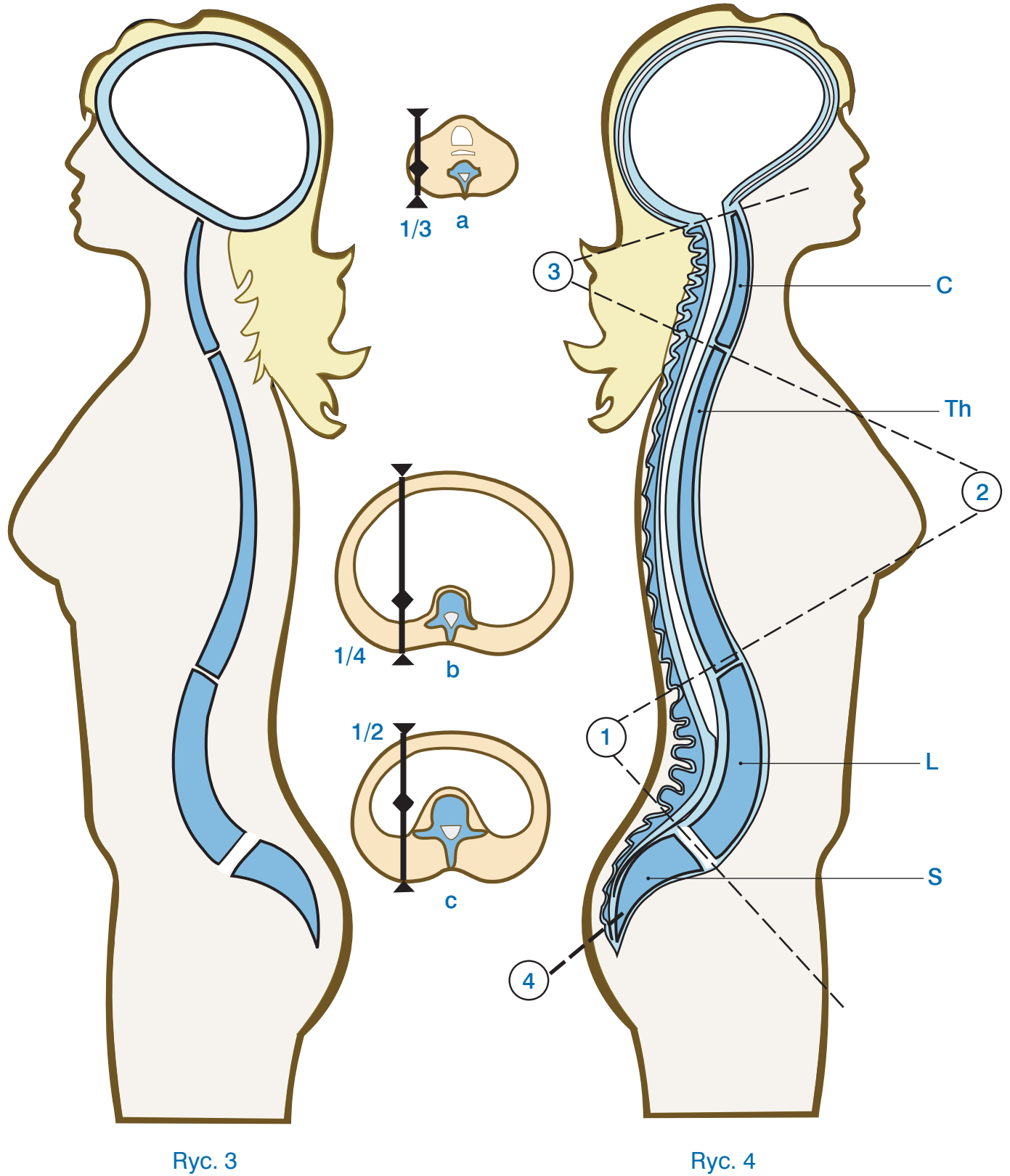
Poza zadaniami wspierającymi **kręgosłup daje ochronę rdzeniowi kręgowemu (ryc. 4)** okupującemu giętki kanał kręgowy już od poziomu otworu wielkiego kości potylicznej. Ośłona ta nie jest jednak pozbawiona „ciemnych stron”, ponieważ w niektórych miejscach i w określonych warunkach może dochodzić do konfliktu pomiędzy elementami kostnymi a rdzeniem lub nerwami rdzeniowymi, co wyjaśnimy później.

Na **rycinie 4** zaznaczono cztery główne odcinki kręgosłupa:

- **odcinek lędźwiowy (1)**, w którym kręgi lędźwiowe (**L**) zajmują centralną pozycję we wnętrzu tułowia;
- **odcinek piersiowy (2)**, w którym kręgi piersiowe (**Th**) są przesunięte ku tyłowi;
- **odcinek szyjny (3)**, gdzie kręgi szyjne (**C**) leżą niemal centralnie;
- **odcinek krzyżowo-ogonowy (4)** utworzony przez dwie kości (**S**).

Kość krzyżowa powstaje na skutek zrośnięcia pięciu kręgów krzyżowych i stanowi element składowy obręczy miednicznej.

Kość guziczna łączy się stawowo z kością krzyżową i jest pozostałością ogona występującego u większości ssaków. Tworzy ją zrośnięta grupa 4–6 małych kręgów ogonowych. Poniżej *drugiego kręgu lędźwiowego (L2)*, gdzie kończy się **stożek rdzeniowy**, kanał kręgowy zawiera jedynie **wewnętrzną nić końcową** nieposiadającą znaczenia neurologicznego. Istotnym obszarem częstej mechanicznej niewydolności kręgosłupa jest krążek międzykręgowy na poziomie L5-S1, łączący wolne kręgi z kością krzyżową, na który oddziałują ciężar górnej części ciała, jak również obciążenia przenoszone w rękach, na głowie lub barkach.



Ogólny obraz wygięć kręgosłupa

W pozycji neutralnej kręgosłup człowieka wydaje się prosty, gdy oglądać go **z przodu lub z tyłu (ryc. 5)**. U niektórych osób może pojawiać się niewielkie skrzywienie boczne, które zazwyczaj mieści się w granicach normy.

W takim ustawieniu **linia barków (s)** oraz **górną krawędź kości krzyżowej (p)**, będąca jednocześnie krótką przekątną rombu Michaelisa (**czerwona, przerywana linia**, zob. też s. 82), są ustawione poziomo i równoległe do siebie.

W **widoku bocznym** (tj. w płaszczyźnie strzałkowej, **ryc. 6**) uwidaczniają się natomiast cztery naturalne wygięcia kręgosłupa:

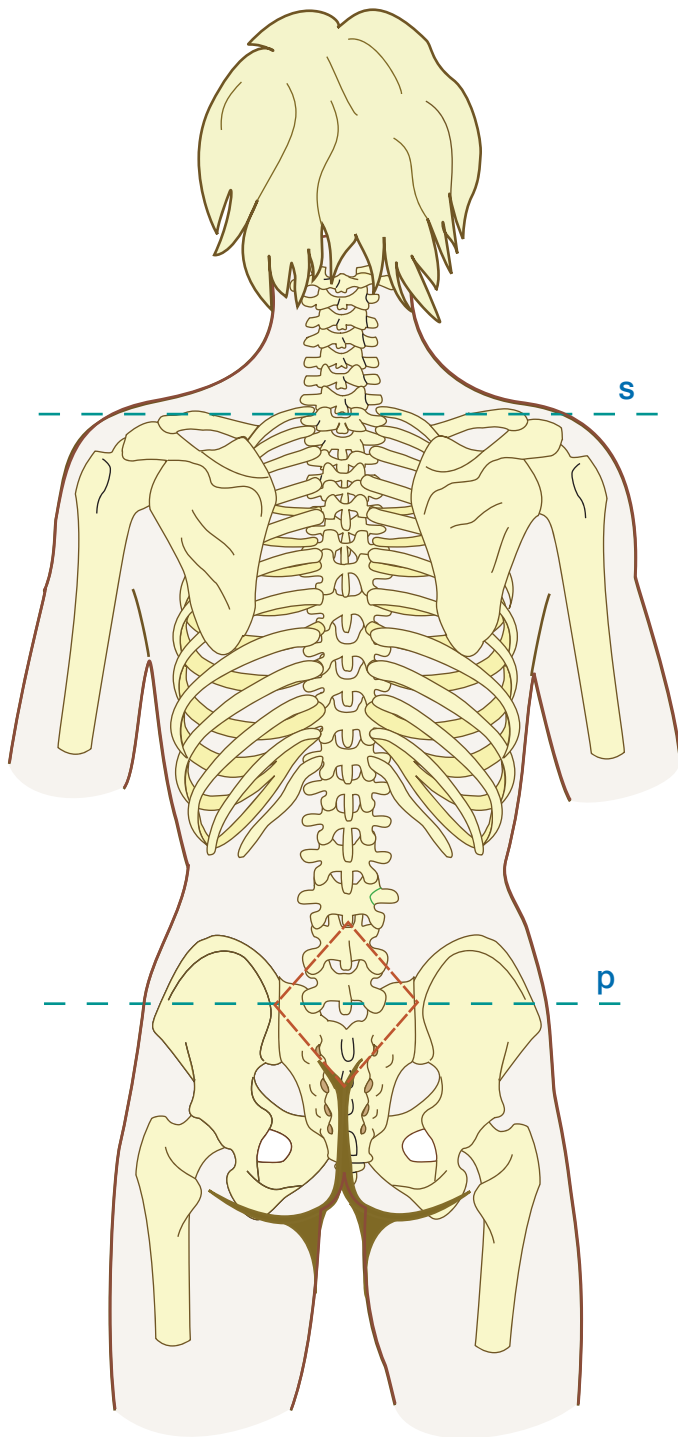
- **wygięcie krzyżowe (1)** posiadające ustalony kształt na skutek definitywnego zrośnięcia kręgów krzyżowych, wklęsłe w kierunku brzuszny;
- **wygięcie lędźwiowe (2)** lub **lordoza lędźwiowa**, wklęsła w kierunku grzbietowym. W przypadku jej pogłębienia wykorzystywana bywa nazwa **hyperlordoza lędźwiowa**;
- **wygięcie piersiowe (3)** określane również **kifoza piersiową**, zwłaszcza w przypadku jego pogłębienia;

- **wygięcie szyjne (4)** lub **lordoza szyjna**, wklęsła w kierunku grzbietowym. Stopień tego wygięcia jest wprost proporcjonalny do głębokości kifozy piersiowej.

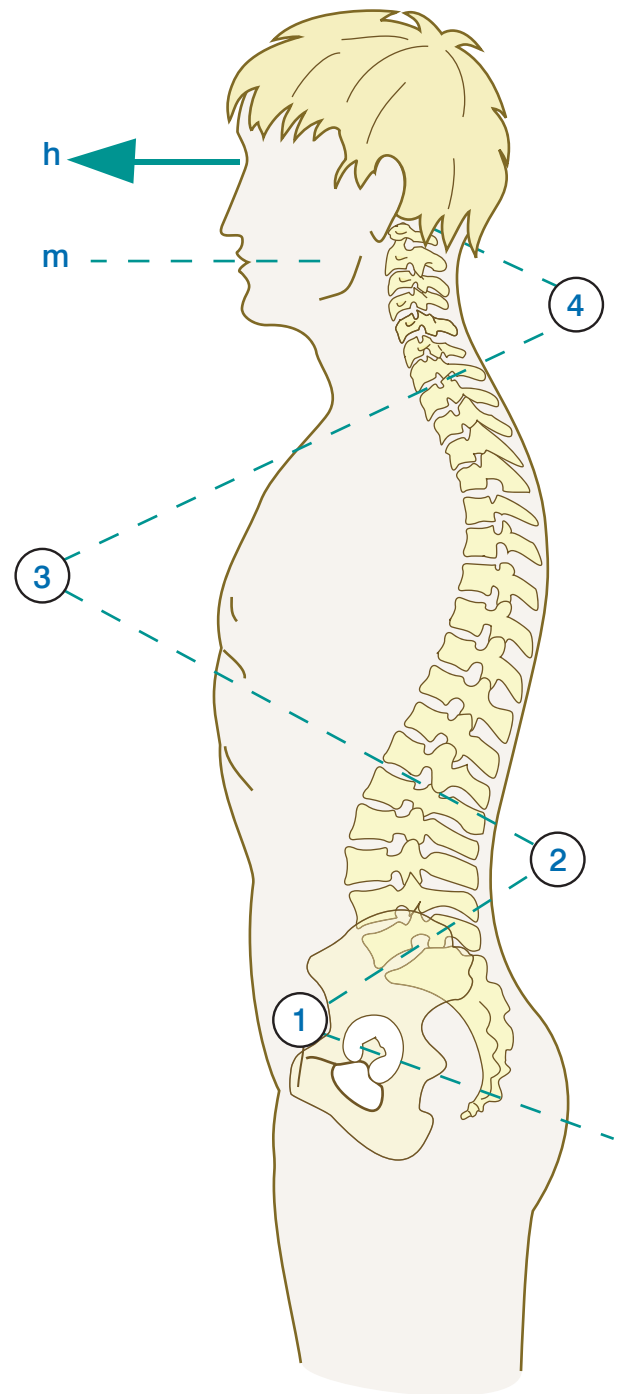
W dobrze zrównoważonej, wyprostowanej postawie ciała tylna część czaszki oraz tylna część pośladków leżą w jednej płaszczyźnie (np. jednocześnie dotykają ściany). Głębokość wygięć mierzy się od tej płaszczyzny **prostopadle** w kierunku ich szczytowych punktów. Sposób wykonywania takich pomiarów zostanie dokładniej opisany później (zob. s. 86 i 234).

Poszczególne wygięcia znoszą się wzajemnie tak, że płaszczyzna zgryzu człowieka (**m**), którą zobrazować można chwytając kawałek tekturki pomiędzy zęby, ustawia się dokładnie poziomo, a oczy (**h**) automatycznie **kierują się na horyzont**.

Opisanym wygięciom strzałkowym mogą towarzyszyć *wygięcia w płaszczyźnie czołowej*, określane powszechnie **skrzywieniami kręgosłupa**, a w języku medycznym – **skoliozami**.



Ryc. 5



Ryc. 6

Rozwój wygięć kręgosłupa

W **filogenezie** (tj. procesie rozwoju od gatunków **przedludzkich do *Homo sapiens***) przejście od lokomocji czworonożnej do dwunożnej (**ryc. 7**) wiązało się w pierwszej kolejności z koniecznością spłaszczenia wklęsłego ku przodowi wygięcia lędźwiowego, a następnie jego *odwróceniem* (**czarne strzałki**) i skierowaniem wklęsłości w kierunku tylnym (tj. wytworzeniem lordozy lędźwiowej).

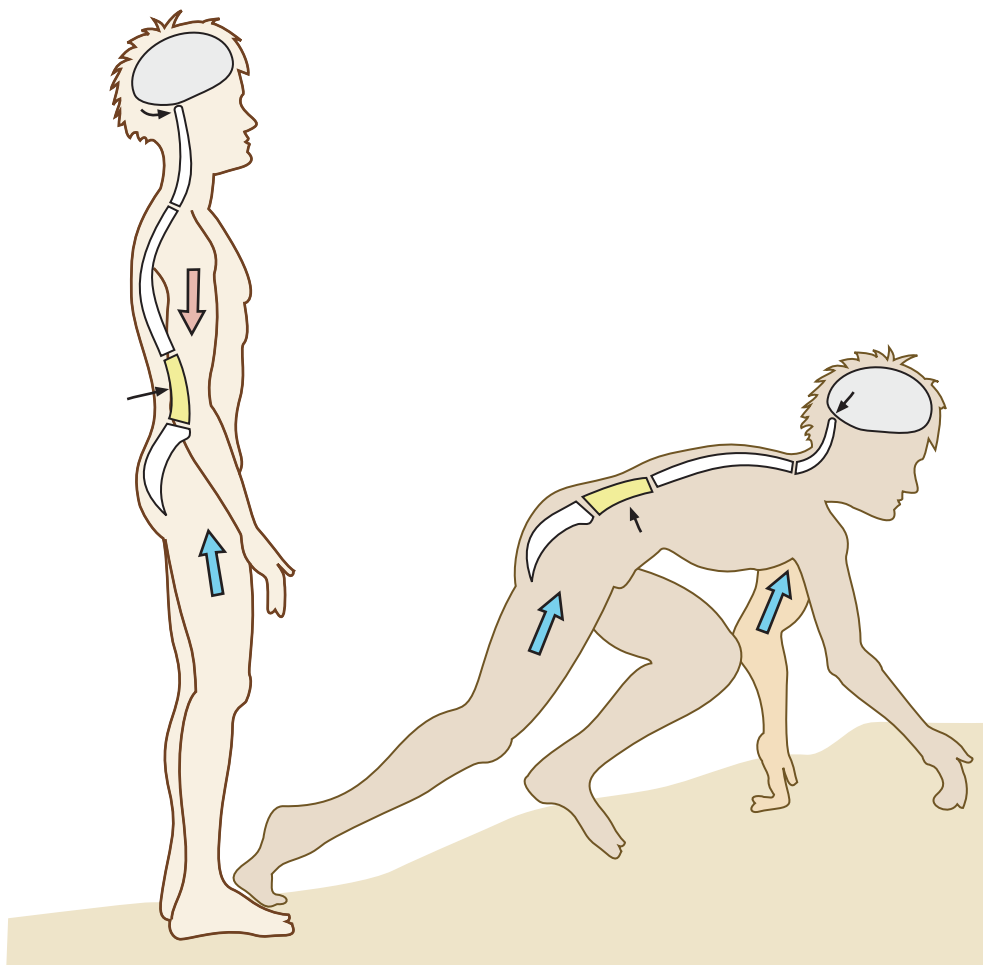
W rzeczywistości wyprost tułowia jedynie po części jest pochodną przemieszczenia miednicy w kierunku *tyłopochylenia*, a całości procesu dopełnia lędźwiowy odcinek kręgosłupa. Wyjaśnia to, z jakich powodów głębokość **lordozy lędźwiowej** wykazuje pewną zmienność zależną od stopnia przodolub tyłopochylenia miednicy. Szyjny odcinek kręgosłupa, który wcześniej łączył się z czaszką w jej części tylnej, stopniowo „wsunął się” pod nią tak, że obecnie **otwór wielki położony jest w dolnej części głowy** (**strzałka**).

U zwierząt *czworonożnych* ciężar ciała rozkłada się na wszystkie cztery kończyny (**niebieskie strzałki**), natomiast

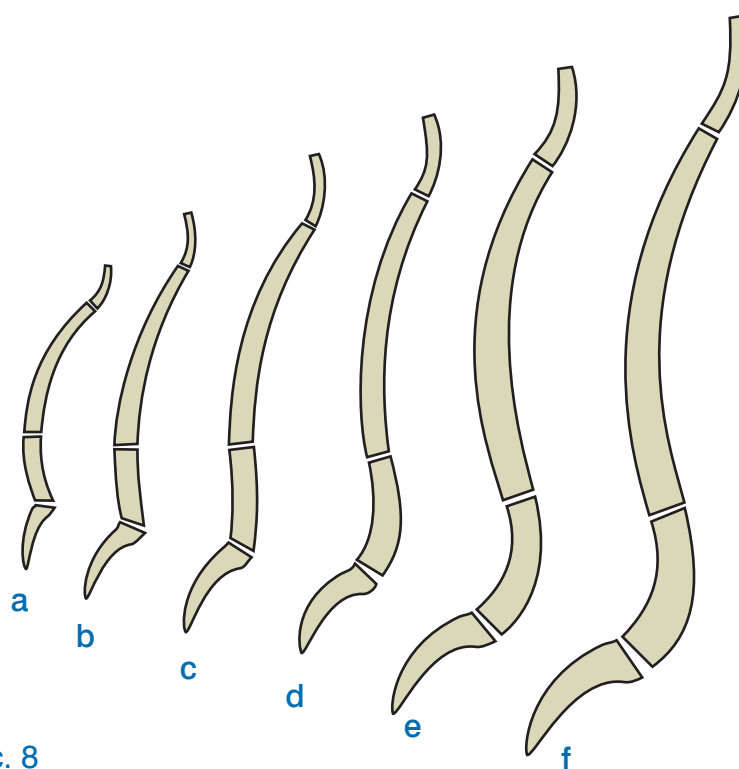
u *dwunożnego* człowieka spoczywa na dwóch kończynach dolnych. Są one obecnie poddawane działaniu znacznych sił *kompresyjnych*, natomiast na kończyny górne, swobodnie zwisające wzdłuż tułowia (**czerwone strzałki**), działają siły rozciągające.

W **rozwoju ontogenetycznym** (tj. rozwoju indywidualnej istoty ludzkiej) zauważyć można podobne przekształcenia regionu lędźwiowego (**ryc. 8**, za T.A. Willisem). W *pierwszym dniu życia* (**a**) odcinek lędźwiowy kieruje swą wklęsłość ku przodowi, co jest widoczne jeszcze po *5 miesiącach* (**b**). W wieku około *13 miesięcy* (**c**) prostuje się. Od *3 roku* (**d**) zaczyna powstawać lordoza lędźwiowa, która w wieku *8 lat* (**e**) staje się wyraźna, a w dziesiątym roku życia zostaje ugruntowana i przyjmuje stały kształt (**f**).

Tak też ontogeneza jest niczym innym, jak powtórzeniem filogenezy.



Ryc. 7



Ryc. 8

Struktura typowego kręgu

Już pobieżna analiza struktury typowego kręgu ujawnia jego dwa podstawowe elementy składowe:

- trzon kręgu w części przedniej;
- łuk kręgu w części tylnej.

Rozłożenie tych komponentów na mniejsze części (**ryc. 9**) pozwala zobaczyć:

- Trzon (**1**) ukształtowany w formie cylindra o większym wymiarze poprzecznym niż pionowym, z niewielkim wcięciem w części tylnej.
- Podkowiasty łuk (**2**) z dołączonymi symetrycznie po obu stronach wyrostkami stawowymi (**ryc. 10, 3 i 4**) dzielącymi go na dwie części (**ryc. 11**):
 - nasady łuku (**8 i 9**) położone ku przodowi od wyrostków stawowych;
 - blaszki łuku (**10 i 11**) z tyłu wyrostków stawowych.

W linii środkowej do łuku dołącza wyrostek kolczysty (**7**). Tak zbudowany łuk łączy się z tylną częścią trzonu (**ryc. 12**) za pomocą swych dwóch nasad. **Kompletny krąg** (**ryc. 13**) posiada również dwa wyrostki poprzeczne (**5 i 6**), które znajdują się w pobliżu wyrostków stawowych.

Ta typowa struktura pojawia się w *obrębie całego kręgosłupa*, jednak zarówno trzony, jak i łuki kręgów ulegają na poszczególnych jego poziomach znacznym modyfikacjom.

Należy też zaznaczyć, iż w *kierunku pionowym* wszystkie anatomiczne elementy składowe kolejnych kręgów odpowiednio korespondują ze sobą. W wyniku tego można dojść do wniosku, iż kręgosłup zbudowany jest z **trzech kolumn** (**ryc. 14**):

- **kolumny głównej (A)** zlokalizowanej w części przedniej i utworzonej przez ułożone jeden na drugim trzony kręgów;
- dwóch **kolumn dodatkowych (B i C)** położonych z tyłu trzonów i utworzonych przez ułożone na sobie wyrostki stawowe.

Trzony łączą się ze sobą za pomocą *krążków międzykręgowych*, a wyrostki stawowe – z udziałem *płaskich stawów maziowych*. W obrębie każdego kręgu zauważyć można wyraźny otwór zamknięty w części przedniej przez trzon, a w części tylnej przez łuk kręgu. Otwory kolejnych kręgów tworzą **kanal kręgowy** (**12**), którego ściany na zmianę tworzą:

- struktury kostne na poziomie każdego z kręgów;
- struktury włókniste na poziomie połączeń międzykręgowych (tj. krążki międzykręgowe i więzadła łuku kręgu).

Anatomia funkcjonalna stawów to znakomite źródło wiedzy na temat budowy i funkcjonowania narządu ruchu człowieka. Ta ponadczasowa pozycja od 35 lat nieprzerwanie służy specjalistom w różnych dziedzinach medycyny, a także fizjoterapeutom, trenerom oraz studentom. Autorem tego podręcznika jest wybitny specjalista z zakresu ortopedii i chirurgii ręki dr Adalbert Kapandji. Największą wartością tej pozycji są z pewnością doskonałe ilustracje przygotowane przez samego autora, ułatwiające zrozumienie poszczególnych zagadnień z zakresu biomechaniki.

W aktualnym wydaniu książki pojawiły się nowe rozdziały i ryciny. Są one cennym uzupełnieniem poprzedniej wersji. Dość wyraźnie zaznacza się pośród nich zainteresowanie autora funkcjonalną stroną chodu oraz pewnymi aspektami ewolucji narządu ruchu człowieka. Są to kierunki dodające ciekawej głębi tekstowi o mechanicznym, w większości, wydźwięku.

Anatomia funkcjonalna stawów. Tom 1. Kończyna górna

Anatomia funkcjonalna stawów. Tom 2. Kończyna dolna

Anatomia funkcjonalna stawów. Tom 3. Kręgosłup, miednica, głowa



Dr Adalbert Kapandji jest członkiem wielu międzynarodowych towarzystw naukowych. Podczas długiej kariery zawodowej specjalizował się w ortopedii, a następnie w chirurgii ręki. Ostatnio poświęcił się wyłącznie pracy nad kolejnym wydaniem 3-tomowego podręcznika *Anatomia funkcjonalna*. Podręcznik ten został przetłumaczony na 11 języków. Podobnie jak w poprzednich edycjach, dr Kapandji osobiście wykonał ilustracje do książki.