

Atlas
fizjologii
powięzi mięśniowej

Tytuł oryginału: „Atlas of physiology of the muscular fascia”
Tytuł wydania polskiego: „Atlas fizjologii powięzi mięśniowej”
Wydano za zgodą: PICCIN NUOVA LIBRARIA S.p.A., Włochy

Przekład z języka angielskiego:
mgr Remigiusz Halikowski

Redakcja:
mgr Paweł Poncyłjusz

Korekta merytoryczna:
mgr Paweł Poncyłjusz
mgr Agnieszka Cedaro-Łysko

Opracowanie językowe:
mgr Kamila Trawińska

Skład komputerowy:
Izabela Kluka

Wydanie I, 2020

ISBN 978-83-939274-1-8

Copyright © for the Polish edition by Odnova-Med Paweł Poncyłjusz, 2019

Żadnej części niniejszej książki nie wolno, bez pisemnej zgody wydawcy, powielać ani wykorzystywać w jakikolwiek sposób i jakimikolwiek środkami – graficznymi, elektronicznymi lub mechanicznymi, łącznie z kopiowaniem, nagrywaniem, rozpowszechnianiem przez internet lub w sieciach informacyjnych, lub systemach gromadzenia i wyszukiwania informacji. Autorzy, redaktorzy, wydawcy i dystrybutorzy nie ponoszą odpowiedzialności za błędy, przeoczenia lub za skutki korzystania z informacji zawartych w tej publikacji oraz nie udzielają żadnej gwarancji, wyrażonej lub domniemanej, w odniesieniu do treści tej publikacji. Autorzy, redaktorzy, wydawcy i dystrybutorzy nie ponoszą żadnej odpowiedzialności za urazy i/lub uszkodzenia osób lub własności wynikające z zastosowania wskazówek zawartych w niniejszej publikacji.

Wydawca:
Wydawnictwo ODNOVA-MED
ul. Jana III Sobieskiego 14, 71-228 Szczecin, tel. 914241172
www.odnova-med.pl

Druk i oprawa:
Przedsiębiorstwo Poligraficzno-Wydawnicze „ANGRAF”
ul. Wojska Polskiego 43, 64-920 Piła, tel. 673522024

Zapraszamy na stronę:
www.odnova-med.pl

Luigi Stecco

Atlas
fizjologii
powięzi mięśniowej

Przedmowa

LEON CHAITOW

Członek honorowy Uniwersytetu Westminster w Londynie
Redaktor naczelny „Journal of Bodywork & Movement Therapies”

Przekład z języka angielskiego

REMIGIUSZ HALIKOWSKI

Redakcja

PAWEŁ PONCYLJUSZ

ODNOVA-MED

SZCZECIN 2020

PRZEDMOWA

Aby zrozumieć złożoność funkcji i zaburzeń systemu powięziowego, należy znać dokładną ilość i jakość jego komponentów, które formują tę wszechobecną i wielozadaniową tkankę, a także ich skoordynowane interakcje oraz zachowania fizjologiczne.

Celem osiągnięcia tej wiedzy niezbędne okazuje się stworzenie sprawdzonego modelu roboczego, który powinien uprościć rzeczywistość.

Na szczęście istnieje pewna liczna wspianiałych atlasów i podręczników, które zawierają mikroskopowe oraz makroskopowe zdjęcia układu powięziowego. Brakującym elementem był zdecydowanie anglojęzyczny, wyczerpujący opis fizjologii powięzi, czyli w jaki sposób zachowuje się ona w warunkach prawidłowych oraz jak dokładnie i powtarzalnie można zidentyfikować zarówno naturę, jak i umiejscowienie dysfunkcji powięziowej.

W swojej obszernej i szczegółowej pracy Luigi Stecco przedstawia konkretne praktyczne spostrzeżenia, które współgrają z wiedzą anatomiczną i fizjologiczną różnorodnych składników, formujących mięśniowo-powięziowe struktury biomechaniczne. Autor wyjaśnia jak owe struktury pracują w ludzkim organizmie w celu generowania zintegrowanej stabilności i ruchu podczas fizjologicznego poruszania ciałem.

Co najważniejsze, z klinicznego punktu widzenia, autor pokazuje szeroki wachlarz uzasadnionych protokołów oceny funkcjonalnej, dzięki którym można zidentyfikować i zlokalizować cechy zaburzeń powięziowych, a więc czy zaburzenia mięśniowo-powięziowe mają charakter jedno-, dwu- czy też wielokierunkowy.

Objawy związane z nieprawidłową kontrolą motoryczną, zmniejszonym zakresem ruchu w stawie i/lub bólem mogą być efektem zaburzeń systemu powięziowego w postaci zwiększonego, miejscowego zagęszczenia (densyfikacja, sztywność tkanki), i/lub nieprawidłowego ślizgu powięzi. Co istotne, zmiany te są w dużej mierze odwracalne, ponieważ obejmują zaburzenia funkcjonalne i niekoniecznie stanowią patologię tkanki.

W niniejszym atlasie znajdują się przemyślane pod kątem dokładności i powtarzalności praktyczne algorytmy oceny pacjenta, które zaprowadzą

terapeutę do zidentyfikowania dysfunkcji powięzi, a to sprawia, że praca Luigiego Stecco staje się szalenie istotna. Krytycznie rzecz ujmując, pojawiło się wiele prac naukowych, które udowadniają wiarygodność i rzetelność protokołów związanych z metodą Manipulacji Powięzi powstałej w wyniku wieloletnich badań rodziny Stecco.

Obecnie można spotkać się z wieloma metodami leczenia oraz rehabilitacji bólu i dysfunkcji struktur powięziowych, jednak istnieje jedynie garstka postępowań, które mogą zaoferować dokładną identyfikację zaburzonej tkanki oraz precyzyjne miejsce występowania problemu.

W procesie obiektywnej oceny pacjenta metoda Stecco gwarantuje odnalezienie precyzyjnego obszaru dysfunkcji powięziowej. Obejmuje weryfikację palpacyjną oraz testy ruchowe, które pozwalają ocenić i zapisać rezultaty kontrolowanych ruchów wszystkich segmentów ciała we wszystkich płaszczyznach przestrzennych.

Obiektywna metoda oceny pacjenta współgra z subiektywną oceną, uwzględniając takie czynniki jak wiek, historia urazów, wzorce ruchowe stosowane w codziennej pracy i w trakcie aktywności rekreacyjnej, jak również obejmuje historię medyczną pacjenta.

Wykorzystując kombinację rezultatów uzyskanych dzięki ocenie zarówno obiektywnej, jak i subiektywnej, można postawić roboczą hipotezę, na bazie której będzie można przeprowadzić efektywne leczenie. Testy ruchowe powtarza się po leczeniu w celu oceny funkcjonalnej i obserwacji zmian w objawach pacjenta.

W pięknie ilustrowanej pracy Luigiego Stecco dostrzegamy efekt jego długoletnich badań, które dają czytelnikowi nową wiedzę i praktyczne wskazówki stanowiące niezmierny potencjał i wartość dla terapeutów wszystkich szkół – dlatego też autor zasługuje na wielką pochwałę i głębokie podziękowanie.

LEON CHAITOW

*Członek honorowy Uniwersytetu Westminster w Londynie
Redaktor naczelny „Journal of Bodywork
& Movement Therapies”*

WPROWADZENIE

Od 1543 roku (Wesaliusz, *De humani corporis fabrica*) przeprowadzono liczne badania naukowe z zakresu anatomii i fizjologii aparatu mięśniowo-szkieletowego, lekceważąc i pomijając powięź mięśniową.

Na okładce niniejszego atlasu widnieje rycina autorstwa Wesaliusza, która przedstawia cztery nowe propozycje dotyczące anatomii i fizjologii powięzi. Są to:

- *Unitas*, czyli jednostka mięśniowo-powięziowa (m-p). Wybrany przykład przedstawia mięsień dwugłowy ramienia oraz mięsień ramienny (anatomia), natomiast widoczne wektory są utworzone przez oba te mięśnie w obrębie powięzi (fizjologia);
- *Sequentia*, czyli sekwencja mięśniowo-powięziowa. Sekwencja przedstawiona na rycinie jest utworzona przez mięśnie zginacze kończyny górnej (anatomia), natomiast kierunek trakcji wytwarzany przez przyczepy mięśniowe do powięzi rozciągnowej (fizjologia) został wskazany przy pomocy żółtych strzałek;
- *Diagonalis*, czyli przekątna mięśniowo-powięziowa. Tworzą ją punkty fuzji pomiędzy różnymi powięziami (anatomia), które koordynują ruchy pośrednie między dwiema płaszczyznami przestrzennymi (fizjologia);
- *Spira*, czyli spirala mięśniowo-powięziowa. Jest ona utworzona przez spiralny układ niektórych mięśni oraz śródpowięziowe włókna kolagenowe (anatomia), które wraz z troczkami leżącymi w okolicy stawów koordynują globalne gesty ruchowe (fizjologia).

Dlatego też celem niniejszego atlasu jest połączenie anatomii mięśni z fizjologią wrzecionek nerwo-mięśniowych i narządów ścięgniastych Golgiego poprzez ich współzależności powięziowe. Książka ma na celu w szczególności:

- uwzględnić wszystkie jednostki motoryczne realizujące specyficzny ruch w danej jednostce mięśniowo-powięziowej;
- opisać sekwencje mięśniowo-powięziowe, które poruszają i utrzymują postawę ciała we wszystkich trzech płaszczyznach przestrzennych (ruchowych);
- podkreślić interakcje między wrzecionkami nerwowo-mięśniowymi a powięzią (odruch rozciągania) w zarządzaniu schematami motorycznymi;
- wytłumaczyć rolę powięzi w fizjologii globalnych gestów ruchowych.

Powyższe założenia poparte są następującymi wnioskami:

1. Obwodowa architektura mięśniowo-powięziowa odpowiada organizacji ruchowej ośrodkowego układu nerwowego;
2. We wszystkich segmentach ciała włókna intrafuzalne mięśni szkieletowych tworzą wektory w powięzi omięsnej (*perimysium*), które stanowią lustrzane odbicie wektorów utworzonych przez włókna mięśniowe ekstrakfuzalne;
3. Architektura powięzi mięśniowej pozwala zarządzać ruchami segmentarnymi, postawą, schematami motorycznymi oraz gestami o charakterze globalnym;
4. Anatomiczne sekcje zwłok przedstawione na zdjęciach i przeprowadzone zgodnie z nowymi propozycjami rozumienia ludzkiego organizmu wykazały, że powięź stanowi istotny element w fizjologii ruchu ciała.

Pierwszy rozdział przedstawia wytłumaczenie, które ułatwia zrozumienie kolejnych rozdziałów oraz prezentuje liczne badania wspierające nowy pogląd na fizjologię układu mięśniowo-szkieletowego.

Rozdziały drugi, trzeci oraz czwarty przedstawiają kolejno jednostki oraz sekwencje mięśniowo-powięziowe kończyn górnych, tułowia i kończyn

dolnych. Na początkowej stronie tych rozdziałów zawarte są ryciny przedstawiające anatomiczne obszary (przedni, tylny, boczny, przyśrodkowy i głęboki) kończyn górnych i dolnych oraz tułowia. Celem wymienianych rycin jest zilustrowanie i podkreślenie synergii w obrębie całej kończyny lub całego tułowia, a nie tylko pracy pojedynczego mięśnia.

Obok każdej ryciny znajduje się wykaz mięśni jednostawowych (pierwszorzędnych), dwustawowych (drugorzędnych) oraz mięśni synergistycznych. Dwie ostatnie grupy biorą udział w tworzeniu schematów motorycznych, nie zaś w ruchach jednokierunkowych.

Kolejna strona rozdziałów przedstawia fotografie czterech segmentów kończyny lub tułowia. Zdjęcia te pokazują ruchy wykonywane przez jednostkę mięśniowo-powięziową w konkretnej płaszczyźnie przestrzennej aniżeli przez pojedynczy mięsień.

Pierwotny schemat ryciny anatomicznej powtarza się na trzeciej stronie każdego rozdziału. Przedstawia on przedziały powięziowe obejmujące mięśnie pierwszo- i drugorzędne realizujące ruch kończyny w tej samej płaszczyźnie przestrzennej. Na sąsiadującej stronie zaprezentowano fotografię przedstawiającą ruch realizowany przez sekwencję mięśni wzdłuż całej kończyny.

Na kolejnej stronie widnieje identyczna rycina anatomiczna ukazująca wektory, które formują jednostkę mięśniowo-powięziową.

Następna strona przedstawia z kolei zaburzenia, które pojawiają się w harmonijnym ruchu wtedy, gdy powięź traci swoją elastyczność. W rzeczywistości densyfikacja powięzi nie pozwala wrzecionkom nerwowo-mięśniowym funkcjonować prawidłowo i w konsekwencji pobudzać włókien mięśniowych należących do danej jednostki mięśniowo-powięziowej.

Kolejna strona przedstawia przyczepy mięśni do powięzi. Dzięki nim każda jednostka mięśniowo-powięziowa (m-p) jest zdolna dostosowywać swoją siłę do sił jednostek proksymalnej i dystalnej

w przypadku, gdy cała kończyna lub cały tułów są zaangażowane w wysiłek kierunkowy.

Na stronie następnej wytłumaczono rolę, jaką odgrywają mięśnie dwustawowe w obwodowej organizacji motorycznej. Mięśnie te poruszają proksymalnymi i dystalnymi stawami, utrzymując stałą zmianę kąta między nimi. Narządy ścięgna, leżące pomiędzy włóknami ścięgna, są strukturami uczestniczącymi w regulacji tych zmian.

Na ostatnich czterech stronach każdego rozdziału zamieszczono zdjęcia z sekcji anatomicznych, przedstawiające ludzką powięź mięśniową. Są one dodatkiem pozwalającym lepiej zrozumieć temat.

W piątym rozdziale omówiono obwodową organizację motoryczną w postaci centrów fuzji (CF) i linii fuzji powięzi (przekątne mięśniowo-powięziowe). Centra fuzji zarządzają uczestnictwem dwóch lub trzech jednostek mięśniowo-powięziowych podczas przejścia z jednego kierunku w drugi (segmentarny schemat motoryczny). Przekątne mięśniowo-powięziowe natomiast pełnią tę samą funkcję, co sekwencje mięśniowo-powięziowe: synchronizują pracę centrów fuzji, które biorą udział w ruchu całej kończyny lub tułowia wzdłuż pośredniej trajektorii ruchu między dwiema płaszczyznami przestrzennymi (globalny schemat motoryczny).

W szóstym rozdziale wzięto pod uwagę włókna helikoidalne (spiralne) zlokalizowane w powięziach rozciągnowych. Troczki kostek i nadgarstków stanowią punkt startowy tychże spiral, będąc również miejscem przyczepów początkowych krótkich mięśni rąk i stóp. Ruchy w końcowych segmentach kończyn wywołują trakcje i pociąganie helikoidalnych włókien kolagenowych, prowadząc do przenoszenia naprężeń wzdłuż powięzi rozciągnowej zarówno w kierunku dystalnym, jak i proksymalnym.

Spiralne włókna kolagenowe koordynują rekrutację mięśni o przeciwnym kierunku pracy leżących w przyległych segmentach, jak ma to miejsce w przypadku złożonych gestów motorycznych.

PODZIĘKOWANIA

Pragnę podziękować mojej córce Carli i mojemu synowi Antoniemu za ich rady oraz sekcje anatomiczne przeprowadzone na Uniwersytecie w Paryżu i Padwie.

Chciałbym podziękować dr. Piccin za pozwolenie na użycie rycin z podręcznika Anatomii Chiarugiego, które pierwotnie opracował E. Giandotti.

Pragnę również podziękować rysownikowi anatomicznemu Marco Marzoli, który po mistrzowsku

przerobił wiele rycin celem uzyskania jaśniejszego zrozumienia fizjologii powięzi.

Chciałbym także podziękować Pawłowi Poncyłjuszowi za pomoc w korekcie tekstu.

Specjalne podziękowania kieruję do Lawrence'a Steinbecka i Edwarda Trauma za pomoc w opracowaniu językowym anglojęzycznego wydania tego atlasu.

SPIS TREŚCI

1	Podstawowe zagadnienia układu mięśniowo-powięziowego	
	Fizjologia ruchu ciała człowieka	
	Powięź mięśniowa	
	Od jednostki motorycznej do jednostki mięśniowo-powięziowej	
	Od jednostki mięśniowo-powięziowej do sekwencji mięśniowo-powięziowej	
	Od centrum koordynacji (CC) do centrum fuzji (CF)	
	Centra fuzji a spirale	
2	Centra koordynacji a sekwencje kończyny górnej	
	Jednostki mięśniowo-powięziowe a ruchy jednokierunkowe kończyny górnej	
	Strona przednia kończyny górnej, sekwencja ruchu przedniego (antepulsji)	
	Strona tylna kończyny górnej, sekwencja ruchu tylnego (retropulsji)	
	Strona przyśrodkowa kończyny górnej, sekwencja ruchu dośrodkowego (mediopulsji)	
	Strona boczna kończyny górnej, sekwencja ruchu bocznego (lateropulsji)	
	Warstwa głęboka strony przedniej kończyny górnej, sekwencja rotacji wewnętrznej	
	Warstwa głęboka strony tylnej kończyny górnej, sekwencja rotacji zewnętrznej	
3	Centra koordynacji a sekwencje tułowia	
	Jednostki mięśniowo-powięziowe a ruchy jednokierunkowe tułowia	
	Strona przednia tułowia, sekwencja ruchu przedniego (antepulsji)	
	Strona tylna tułowia, sekwencja ruchu tylnego (retropulsji)	
	Warstwa powierzchowna strony przedniej tułowia, sekwencja ruchu dośrodkowego (mediopulsji)	
	Strona tylna tułowia, sekwencja ruchu bocznego (lateropulsji)	
	Warstwa powierzchowna strony bocznej tułowia, sekwencja rotacji wewnętrznej	
	Warstwa pośrednia strony tylnej tułowia, sekwencja rotacji zewnętrznej	
4	Centra koordynacji a sekwencje kończyny dolnej	
	Jednostki mięśniowo-powięziowe a ruchy jednokierunkowe kończyny dolnej	
	Strona przednia kończyny dolnej, sekwencja ruchu przedniego (antepulsji)	
	Strona tylna kończyny dolnej, sekwencja ruchu tylnego (retropulsji)	
	Strona przyśrodkowa kończyny dolnej, sekwencja ruchu dośrodkowego (mediopulsji)	
	Strona boczna kończyny dolnej, sekwencja ruchu bocznego (lateropulsji)	
	Warstwa głęboka strony tylnej kończyny dolnej, sekwencja rotacji wewnętrznej	
	Warstwa głęboka strony tylnej kończyny dolnej, sekwencja rotacji zewnętrznej	
5	Centra fuzji a przekątne	
	Schematy motoryczne a ruchy dwukierunkowe	
	Centra fuzji a przekątne kończyny górnej	
	Centra fuzji a przekątne tułowia	
	Centra fuzji a przekątne kończyny dolnej	
6	Centra fuzji a spirale	
	Gesty motoryczne a ruchy wielokierunkowe	
	Centra fuzji a spirale kończyny górnej	
	Centra fuzji a spirale głowy oraz tułowia	
	Centra fuzji a spirale kończyny dolnej	
	Zakończenie	
	Bibliografia	
	Indeks	

SKRÓTY

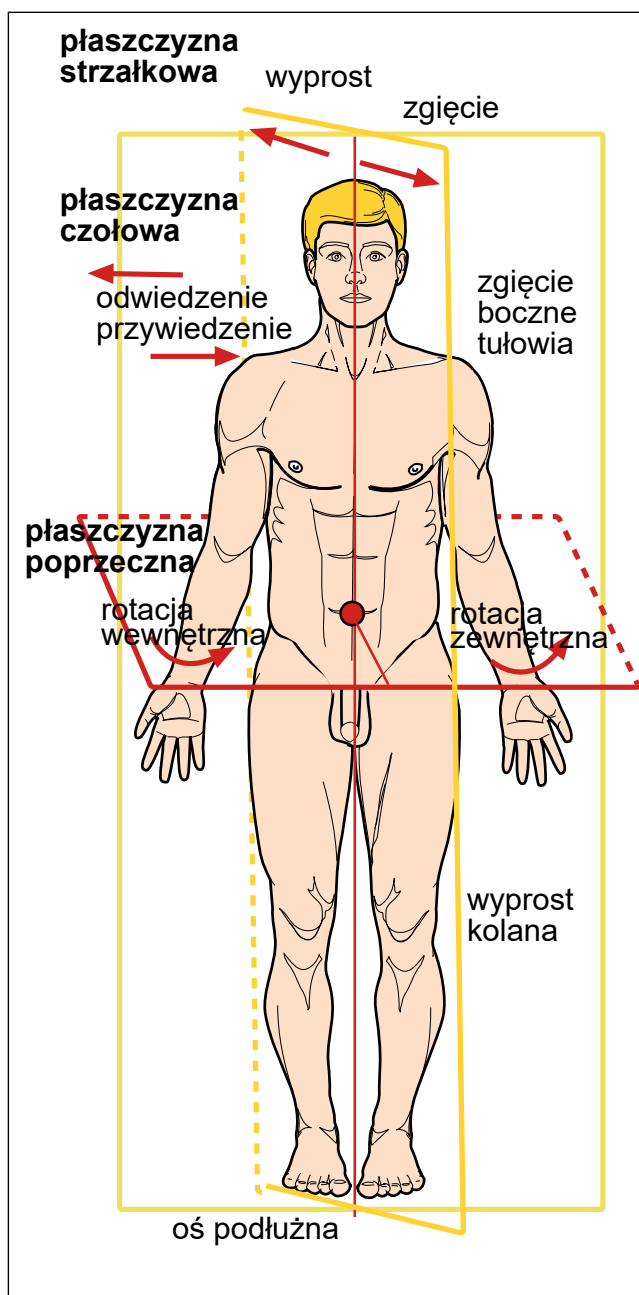
an	ante, antepulsja, ruch przedni	ir	intra, rotacja wewnętrzna, inwersja
an-ca	ante-carpus, ruch przedni nadgarstka	ir-ta	intra-talus, rotacja wewnętrzna kostki, supinacja stopy
an-th	ante-thorax, ruch przedni klatki piersiowej	la	latero, lateropulsja, ruch boczny
an-la-cl	schemat motoryczny ante-latero-collum	la-ca	latero-carpus, odchylenie promieniowe nadgarstka
an-la-di	schemat motoryczny ręki	la-cl	latero-collum, zgięcie boczne szyi
an-me-...	schemat motoryczny ante-medio-...	lu	lumbi, lędźwie
bi	obustronny, prawy i lewy	m.	mięsień
ca	carpus, nadgarstek	me	medio, mediopulsja, ruch dośrodkowy
CC	centrum/centra koordynacji jednostki mięśniowo-powięziowej	me-cl	medio-collum, ruch dośrodkowy szyi
cl	collum, szyja	mm.	mięśnie
CF	centrum/centra fuzji	m-p	mięśniowo-powięziowa (jednostka, sekwencja, spirala)
CP	centrum/centra percepcji, miejsce bólu	pe	pes, stopa
cp	caput, głowa	p	pelvis, miednica
cu	cubitus, łokieć	re	retro, retropulsja, ruch tylny
cx	coxa, biodro	re-ca	retro-carpus, ruch tylny nadgarstka
di	digiti, palce ręki	re-la-...	schemat motoryczny retro-latero-...
er	extra, rotacja zewnętrzna, ewersja	sc	scapula, łopata
er-ta	extra-talus, rotacja zewnętrzna kostki, pronacja	ta	talus, kostka
ge	genu, kolano	th	thorax, klatka piersiowa
hu	humerus, ramię	TP	punkt spustowy

W wykazie nie zawarto skrótów ruchów wszystkich segmentów, ponieważ można je ustalić na podstawie przedstawionych przykładów.

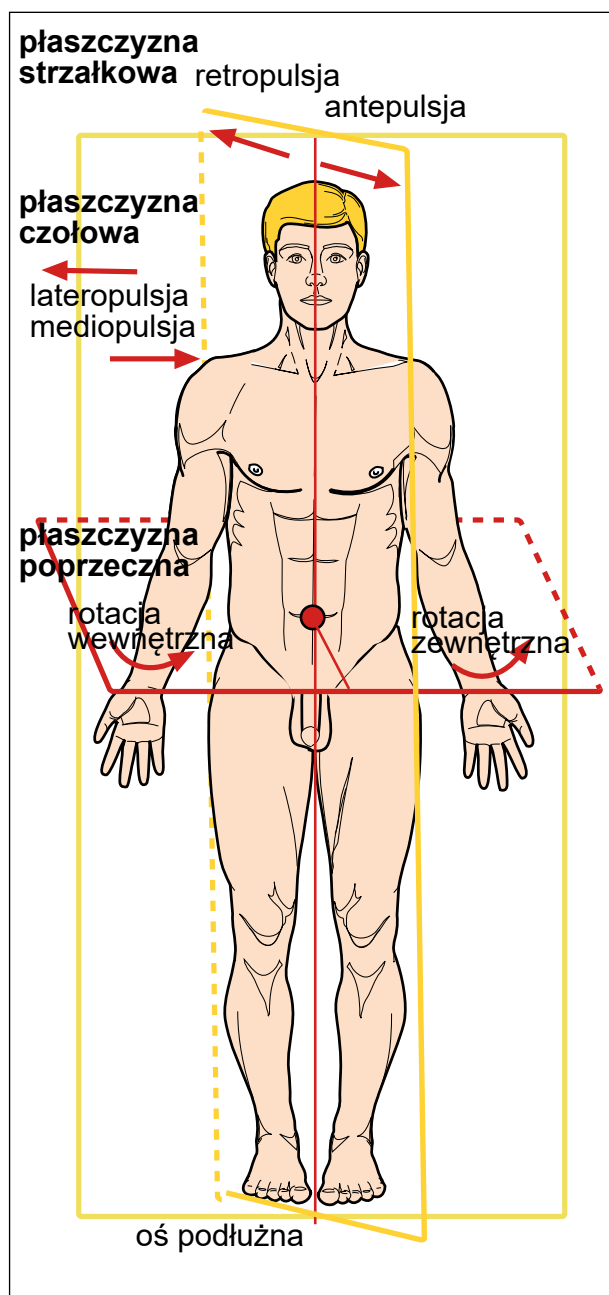
ROZDZIAŁ 1

PODSTAWOWE ZAGADNIENIA UKŁADU MIĘŚNIOWO-POWIĘZIOWEGO

■ FIZJOLOGIA RUCHU CIAŁA CZŁOWIEKA	3
■ POWIĘŻ MIĘŚNIOWA	12
■ OD JEDNOSTKI MOTORYCZNEJ DO JEDNOSTKI MIĘŚNIOWO-POWIĘZIOWEJ . . .	22
■ OD JEDNOSTKI MIĘŚNIOWO-POWIĘZIOWEJ DO SEKWENCJI MIĘŚNIOWO-POWIĘZIOWEJ	30
■ OD CENTRUM KOORDYNACJI (CC) DO CENTRUM FUZJI (CF)	36
■ CENTRA FUZJI A SPIRALE.	42



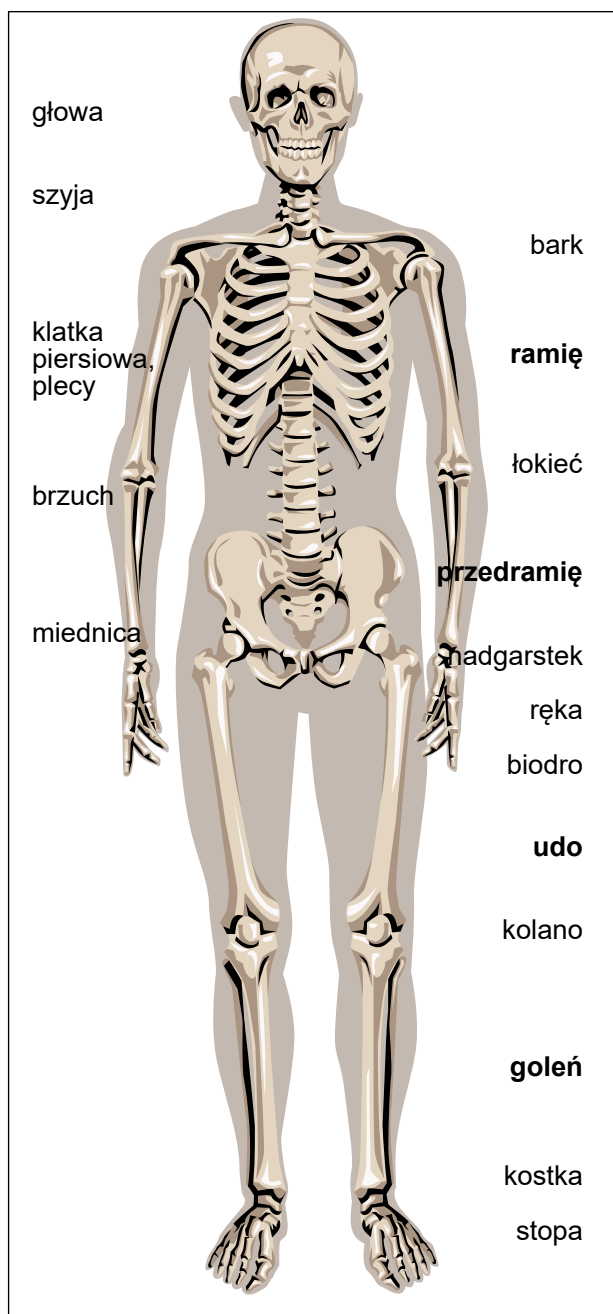
Ryc. 1.2. Klasyczna nomenklatura dotycząca wytycznych ruchowych w ludzkim ciele.



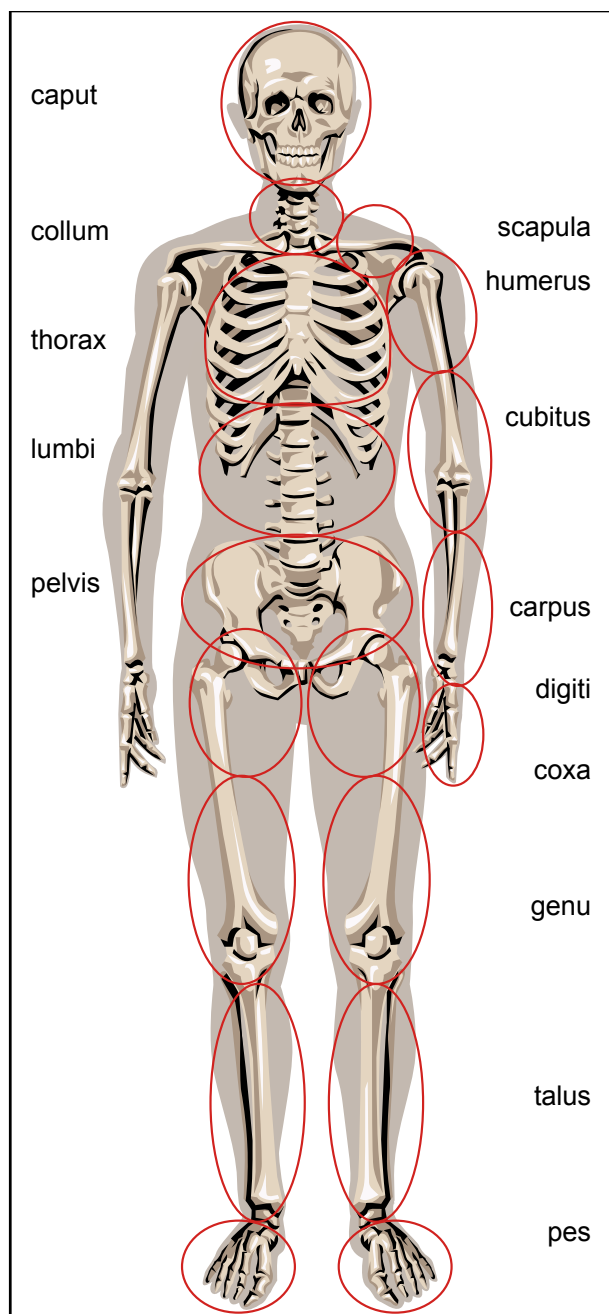
Ryc. 1.3. Nowa nomenklatura dotycząca ruchów w oparciu o kierunki przestrzenne.

Tab. 1.1. Określenia powstałe w oparciu o zamknięcie kąta stawowego oraz terminy zgodne z kierunkami motorycznymi.

Płaszczyzna przestrzenna	Poprzednie określenia	Kierunki motoryczne	Skróty
Płaszczyzna strzałkowa	■ Zgięcie grzbietowe stopy ■ Wyprost, prostowanie kręgosłupa	Antepulsja Retropulsja	an re
Płaszczyzna czołowa	■ Przywiedzenie, zbliżanie do linii pośrodkowej ■ Odwiedzenie, zgięcie boczne	Mediopulsja Lateropulsja	me la
Płaszczyzna poprzeczna	■ Rotacja wewnętrzna, pronacja (nawracanie) ■ Rotacja zewnętrzna, supinacja (odwracanie)	Rotacja wewnętrzna Rotacja zewnętrzna	ir er



Ryc. 1.4. Klasyczny podział ciała na segmenty.

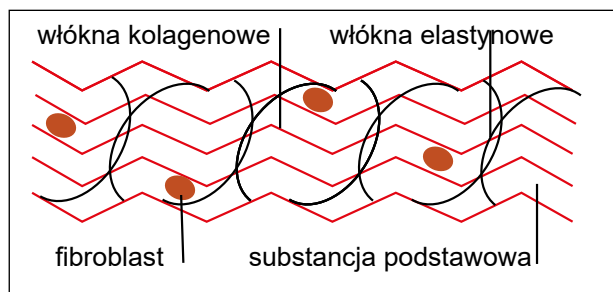


Ryc. 1.5. Nowa propozycja podziału ciała na segmenty.

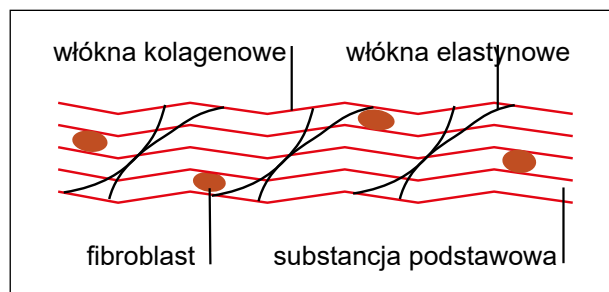
Tab. 1.2. Skróty nazw definiujące nowy podział ciała na segmenty.

Skrót	Terminy łacińskie	Terminy polskie
cp	Caput	Głowa
cl	Collum	Szyja
th	Thorax	Klatka piersiowa
lu	Lumbi	Lędźwie
pv	Pelvis	Miednica
cx	Coxa	Biodro
ge	Genu	Kolano

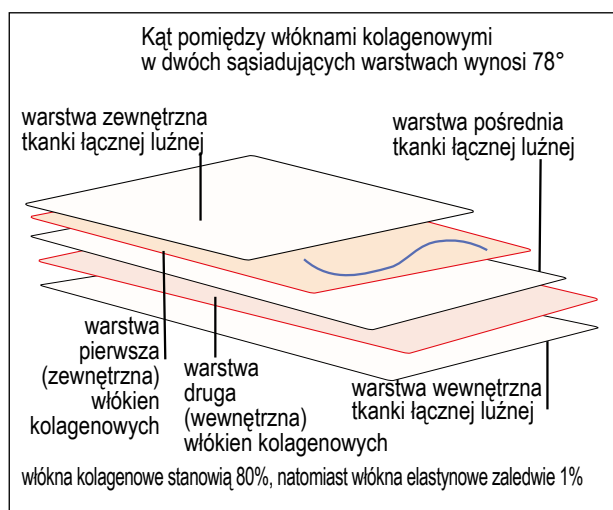
Skrót	Terminy łacińskie	Terminy polskie
ta	Talus	Kostka
pe	Pes	Stopa
sc	Scapula	Łopatką
hu	Humerus	Ramię
cu	Cubitus	Łokieć
ca	Carpus	Nadgarstek
di	Digiti	Palce



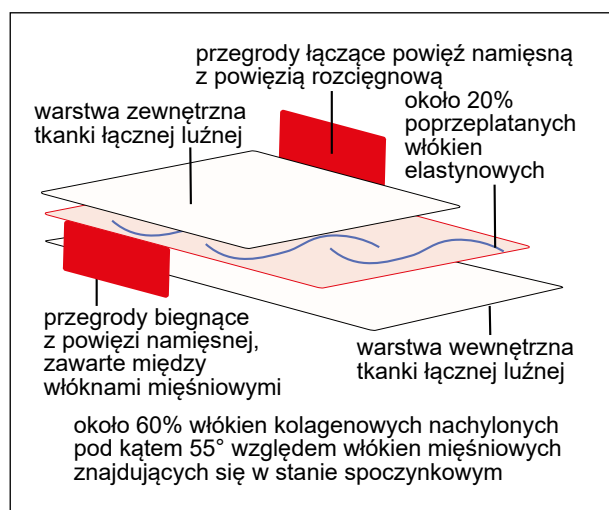
Ryc. 1.7. Układ włókien kolagenowych i elastynowych (sprężystych) w stanie spoczynku.



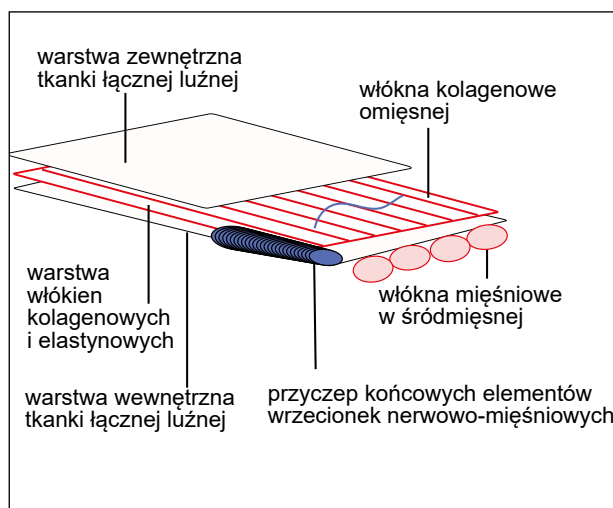
Ryc. 1.8. Układ włókien kolagenowych i elastynowych w stanie napięcia (rozciągania).



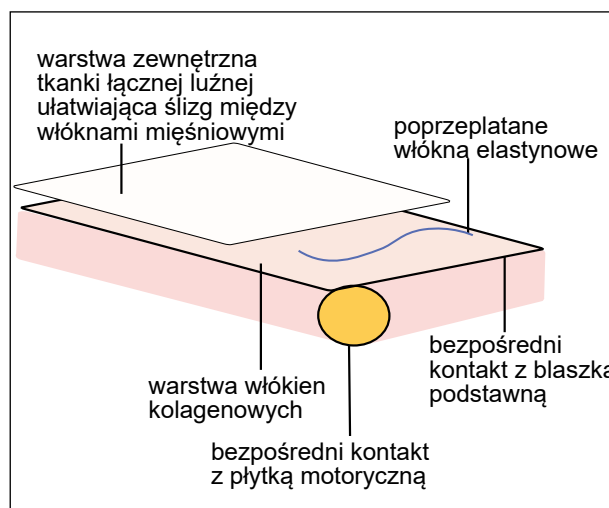
Ryc. 1.9. Powięź rozciągnowa. Składa się z dwóch lub trzech niezależnych warstw włókien kolagenowych przebiegających podłużnie, poprzecznie i skośnie.



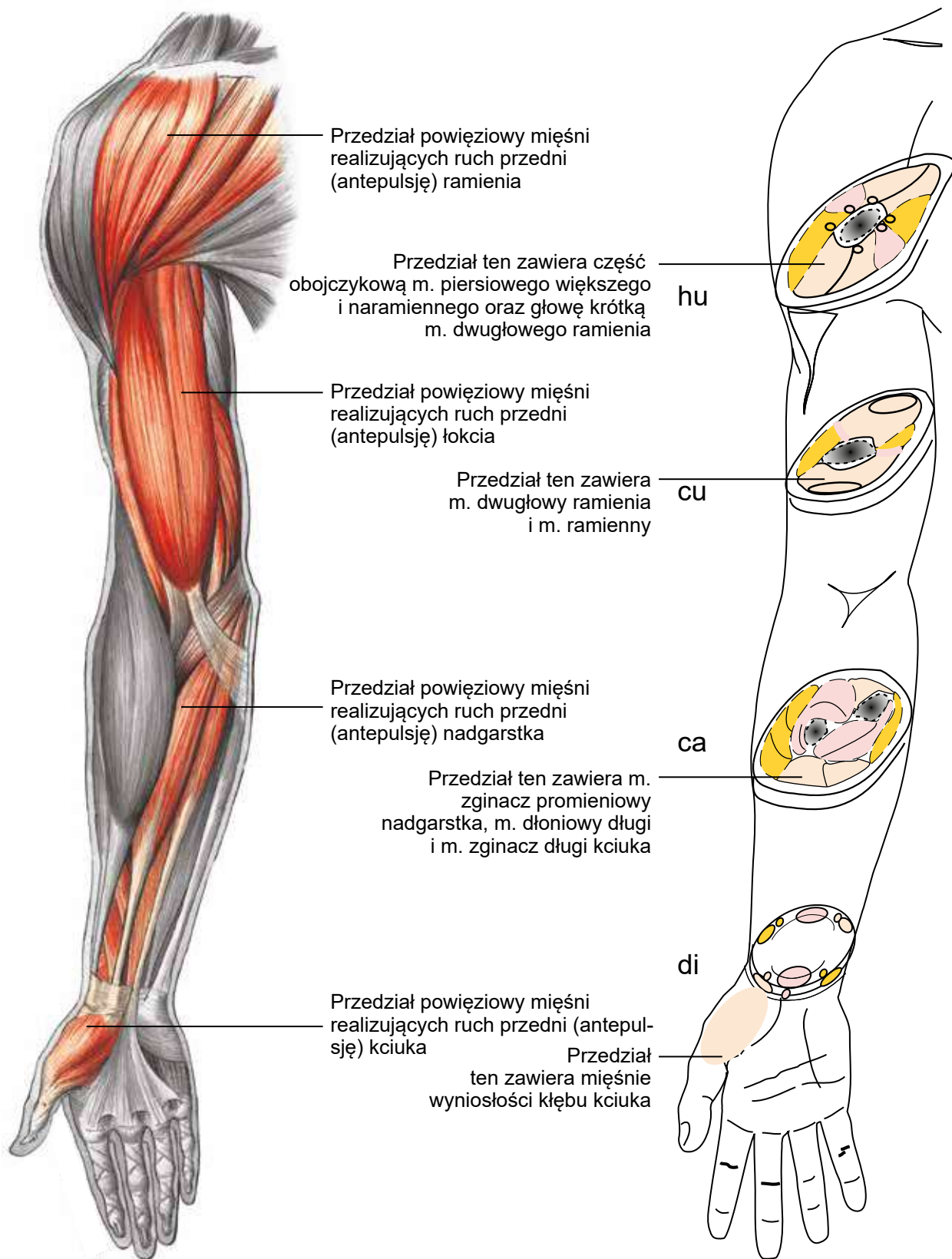
Ryc. 1.10. Powięź namiętna. Rozciąga się między mięśniami leżącymi w głębszej warstwie, a poprzez przegrody międzymięśniowe łączy się z powięzią rozciągnową, która ją przykrywa.



Ryc. 1.11. Powięź omiętna. Jedna z części warstwy kolagenowej ślizga się swobodnie na śródmięsnej, druga natomiast jest ściśle połączona z wrzecionkami nerwowo-mięśniowymi.



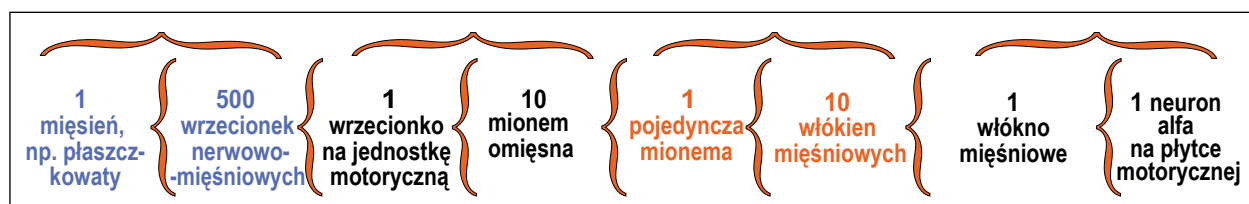
Ryc. 1.12. Powięź śródmiętna. Warstwa włókien kolagenowych jest w bezpośrednim kontakcie z blaszką podstawną, która okrywa każde włókno mięśniowe. Na śródmięsnej kończy się płytka motoryczna.



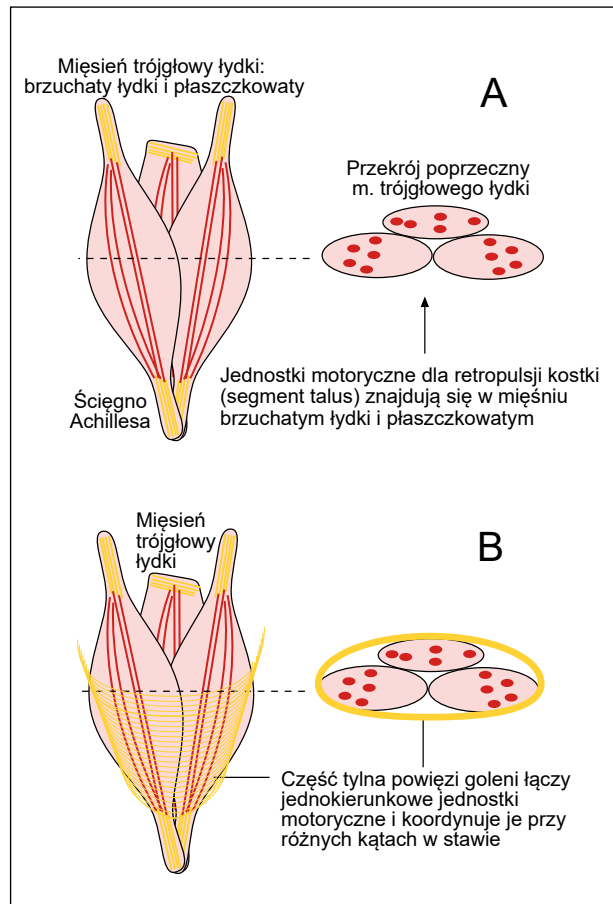
Ryc. 1.23. Przedziały powięziowe na przedniej stronie kończyny górnej.

(z G. Chiarugi, L. Bucciante, *Istituzioni di Anatomia dell'uomo*, Piccin Nuova Libreria, Padova 1983, zmodyfikowane)

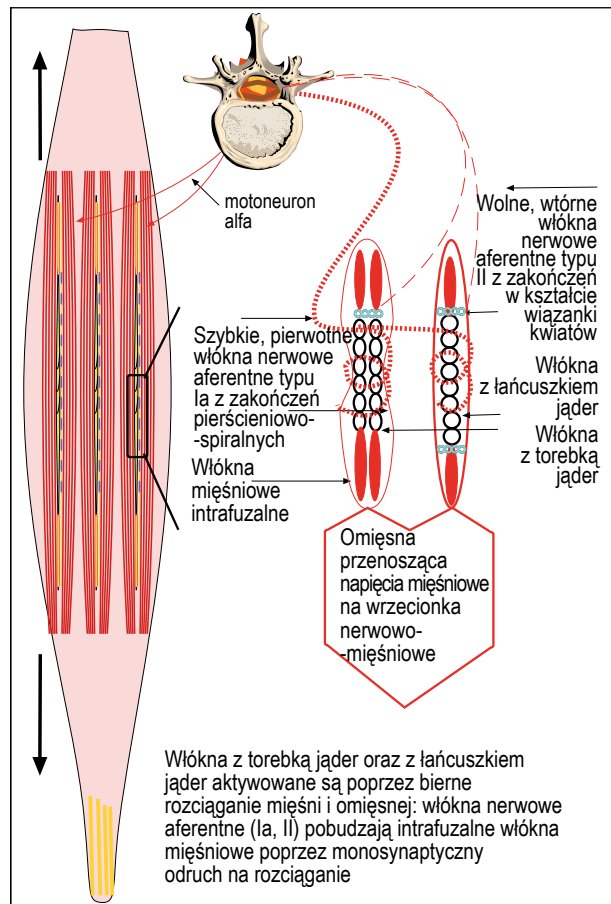
Ryc. 1.24. Przekrój poprzeczny segmentów kończyny górnej z uwzględnieniem różnych przedziałów powięziowych.



Ryc. 1.25. Komponenty mięśnia zależnego od woli.



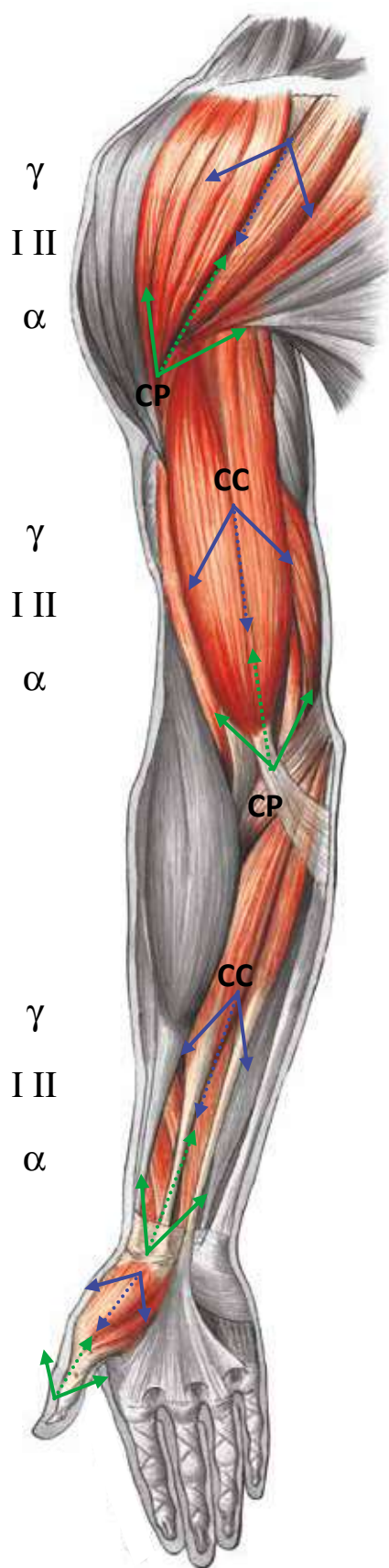
Ryc. 1.26. Jednostki motoryczne mięśnia trójąłowego łydki.



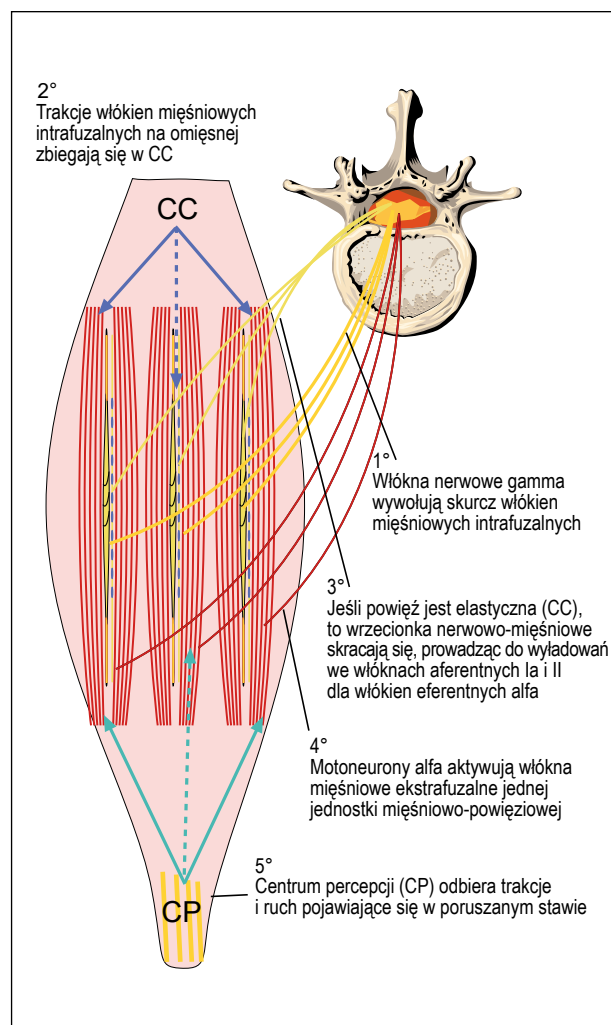
Ryc. 1.27. Obwód alfa-gamma jednostki motorycznej.

	ante an	retro re	medio me	latero la	intra ir	extra er
caput cp	an-cp	re-cp	me-cp	la-cp	ir-cp	er-cp
collum cl	an-cl	re-cl	me-cl	la-cl	ir-cl	er-cl
thorax th	an-th	re-th	me-th	la-th	ir-th	er-th
lumbi lu	an-lu	re-lu	me-lu	la-lu	ir-lu	er-lu
pelvis pv	an-pv	re-pv	me-pv	la-pv	ir-pv	er-pv
coxa cx	an-cx	re-cx	me-cx	la-cx	ir-cx	er-cx
genu ge	an-ge	re-ge	me-ge	la-ge	ir-ge	er-ge
talus ta	an-ta	re-ta	me-ta	la-ta	ir-ta	er-ta
pes pe	an-pe	re-pe	me-pe	la-pe	ir-pe	er-pe
scapula sc	an-sc	re-sc	me-sc	la-sc	ir-sc	er-sc
humerus hu	an-hu	re-hu	me-hu	la-hu	ir-hu	er-hu
cubitus cu	an-cu	re-cu	me-cu	la-cu	ir-cu	er-cu
carpus ca	an-ca	re-ca	me-ca	la-ca	ir-ca	er-ca
digiti di	an-di	re-di	me-di	la-di	ir-di	er-di

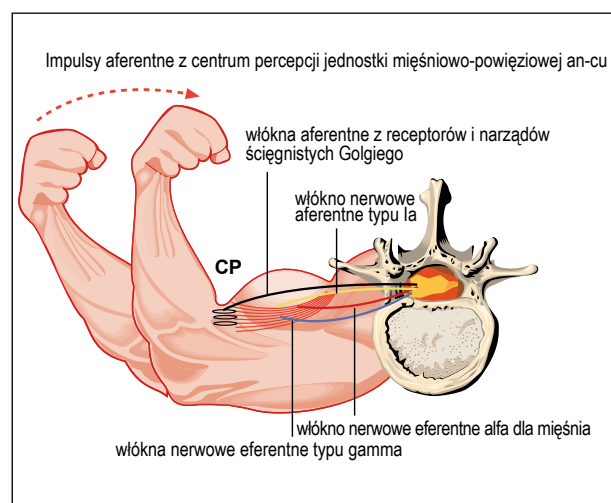
Tab. 1.3. Jednostki mięśniowo-powięziowe w ludzkim ciele (górny rząd przedstawia kierunek ruchu, pierwsza kolumna natomiast zawiera segmenty ciała).



Ryc. 1.31. Wypadkowe sił utworzone przez centra koordynacji (CC) oraz centra percepcji (CP).
(z G. Chiarugi, L. Bucciante, *Istituzioni di Anatomia dell'uomo*, Piccin Nuova Libreria, Padova 1983, zmodyfikowane)



Ryc. 1.32. Trakcje wrzecionek nerwowo-mięśniowych formują się na omięsnej (CC), trakcje mięśniowe natomiast pojawiają się na ścięgnach (CP).



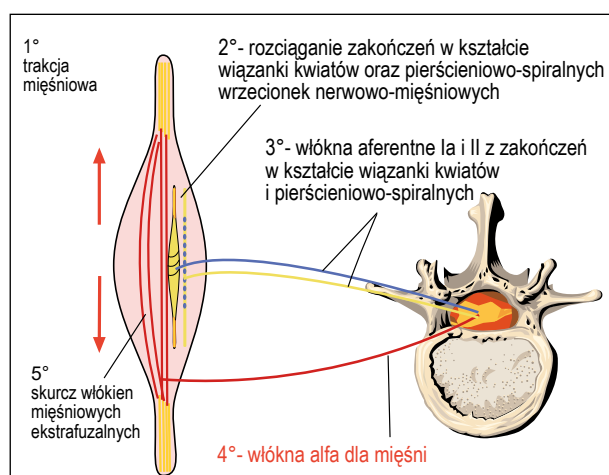
Ryc. 1.33. Podczas zgięcia w stawie łokciowym czynność CC musi być dostosowana do wypadkowej sił ściągna.

mięśniowo-powięziowej wywołuje nie tylko aktywację jednostek motorycznych, ale również receptorów zawartych w tej sekwencji. Tego typu aktywacja toruje (ułatwia) propriocepcję określonego kierunku ruchu. Stąd też rozciąganie powięzi rozciągnowej służy nie tylko synchronizacji sił jednokierunkowych jednostek m-p, ale również generowaniu dla mózgu aferentnych impulsów proprioceptywnych, zakodowanych dla danego kierunku ruchu.

Rozciąganie wrzecionek nerwowo-mięśniowych umożliwia synchronizację pomiędzy jednostkami m-p rozmieszczonymi wzdłuż sekwencji, przekątnej oraz spirali. Różne rodzaje rekrutacji wynikające z sił mięśniowych determinowane są poprzez odmienny przebieg śródpowięziowych włókien kolagenowych, które mogą być podłużne, poprzeczne lub mieć charakter spiralny.



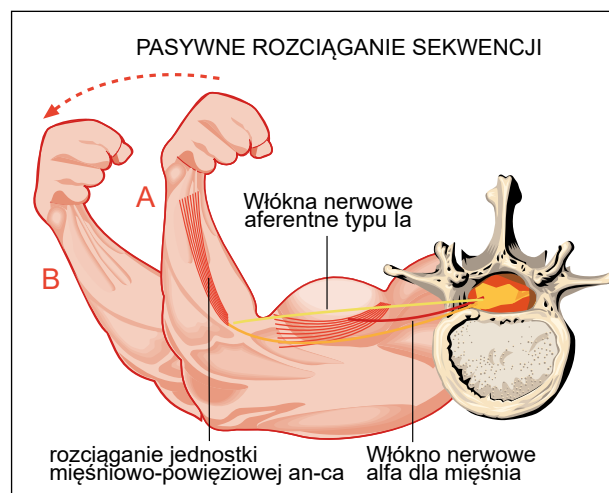
Ryc. 1.37. Rozciąganie przeciwstawne wzdłuż powięziowej sekwencji ruchu przedniego (antepulsji) kończyny górnej. (z G. Chiarugi, L. Bucciante, *Instituzioni di Anatomia dell'uomo*, Piccin Nuova Libreria, Padova 1983, zmodyfikowane)



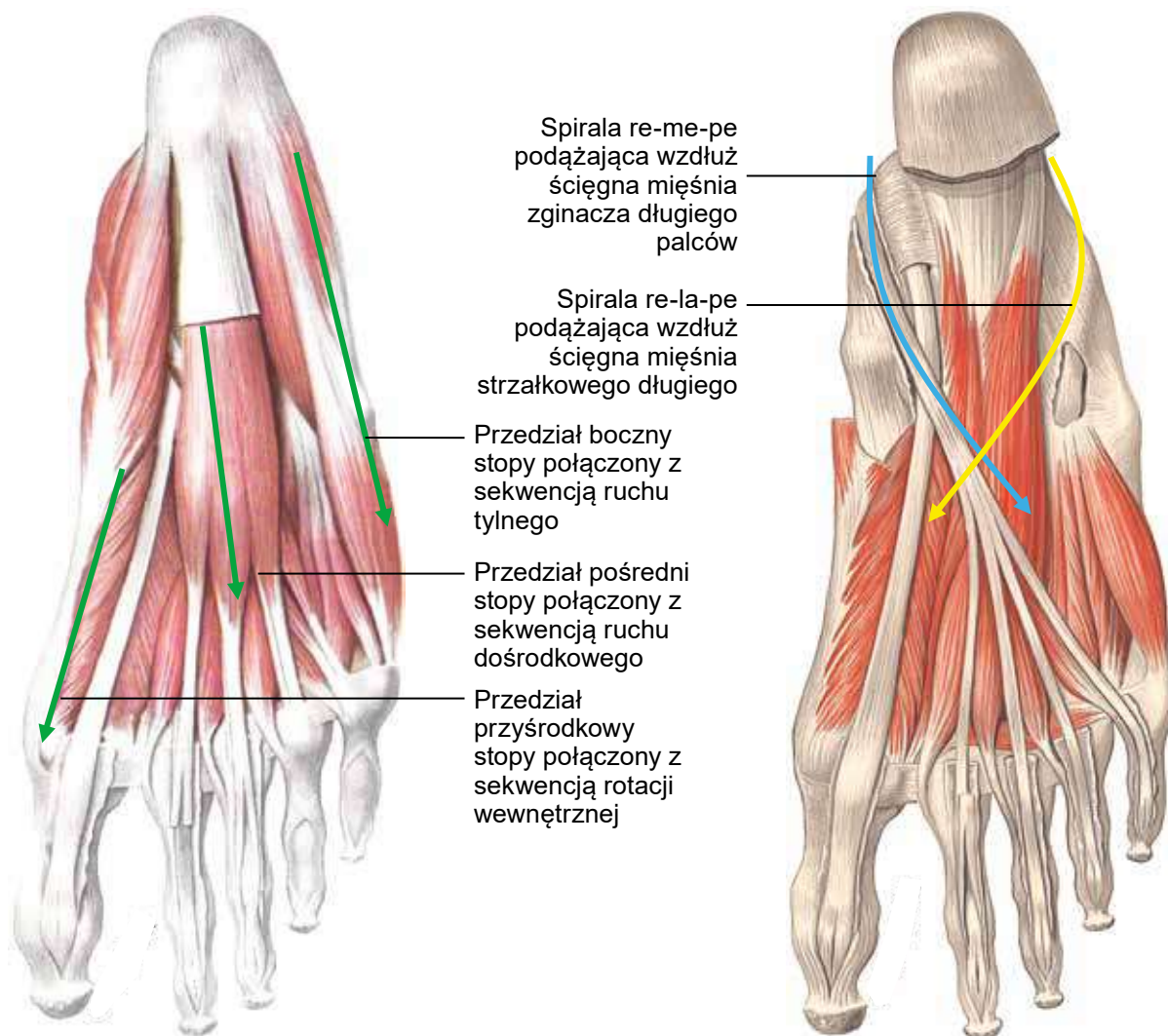
Ryc. 1.38. Obwód neuronalny monosynaptycznego odruchu na rozciąganie.



Ryc. 1.39. Rozprzestrzenianie się aktywnego rozciągania w sekwencji mięśniowo-powięziowej.



Ryc. 1.40. Rozchodzenie się pasywnego rozciągania w sekwencji mięśniowo-powięziowej.

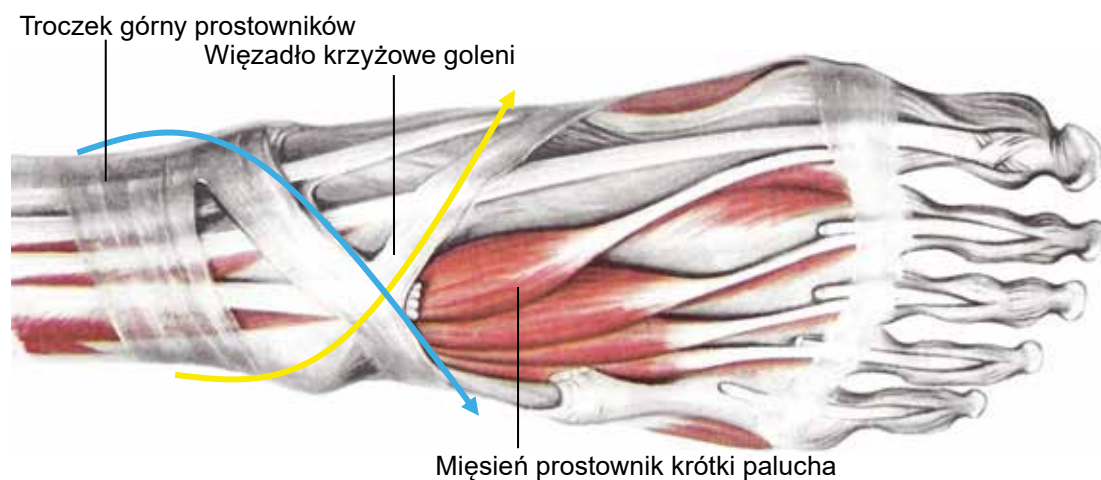


Ryc. 1.62. Podłużne trakcje trzech sekwencji: retropulsji, mediopulsji i rotacji wewnętrznej (warstwa powierzchowna powięzi).

(z G. Chiarugi, L. Bucciante, *Istituzioni di Anatomia dell'uomo*, Piccin Nuova Libreria, Padova 1983, zmodyfikowane)

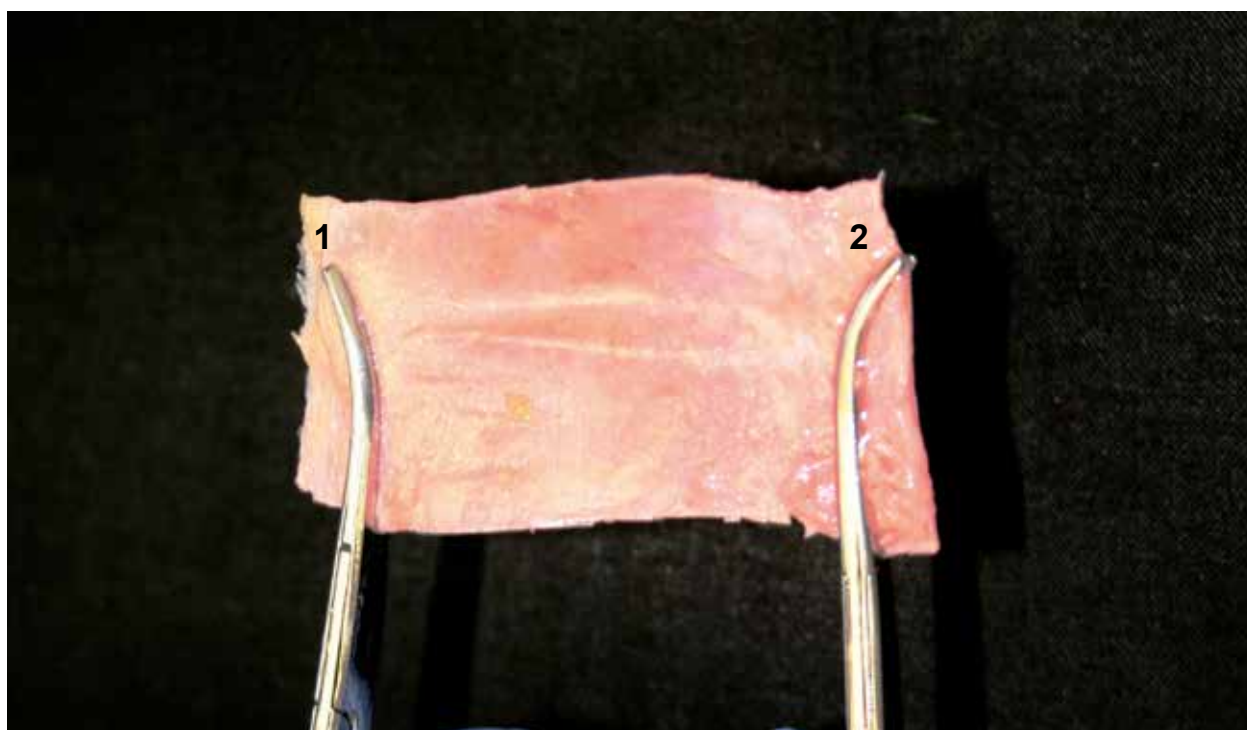
Ryc. 1.63. Skośne trakcje spiral retro-latero-pes i retro-medio-pes (pośrednia warstwa mięśniowo-powięziowa strony podeszwowej stopy).

(z G. Chiarugi, L. Bucciante, *Istituzioni di Anatomia dell'uomo*, Piccin Nuova Libreria, Padova 1983, zmodyfikowane)

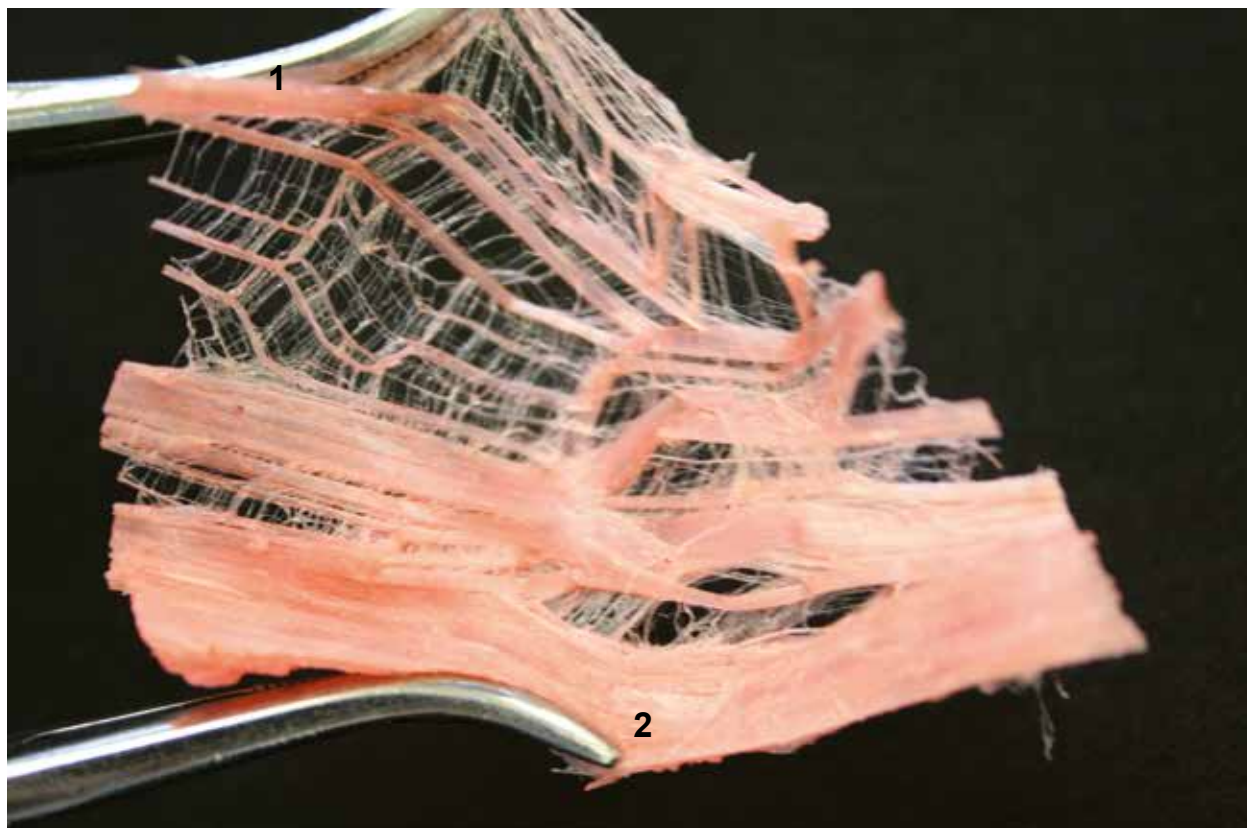


Ryc. 1.64. Trakcje spiral ante-latero-pes i ante-medio-pes (troczki powięzi głębokiej strony grzbietowej stopy).

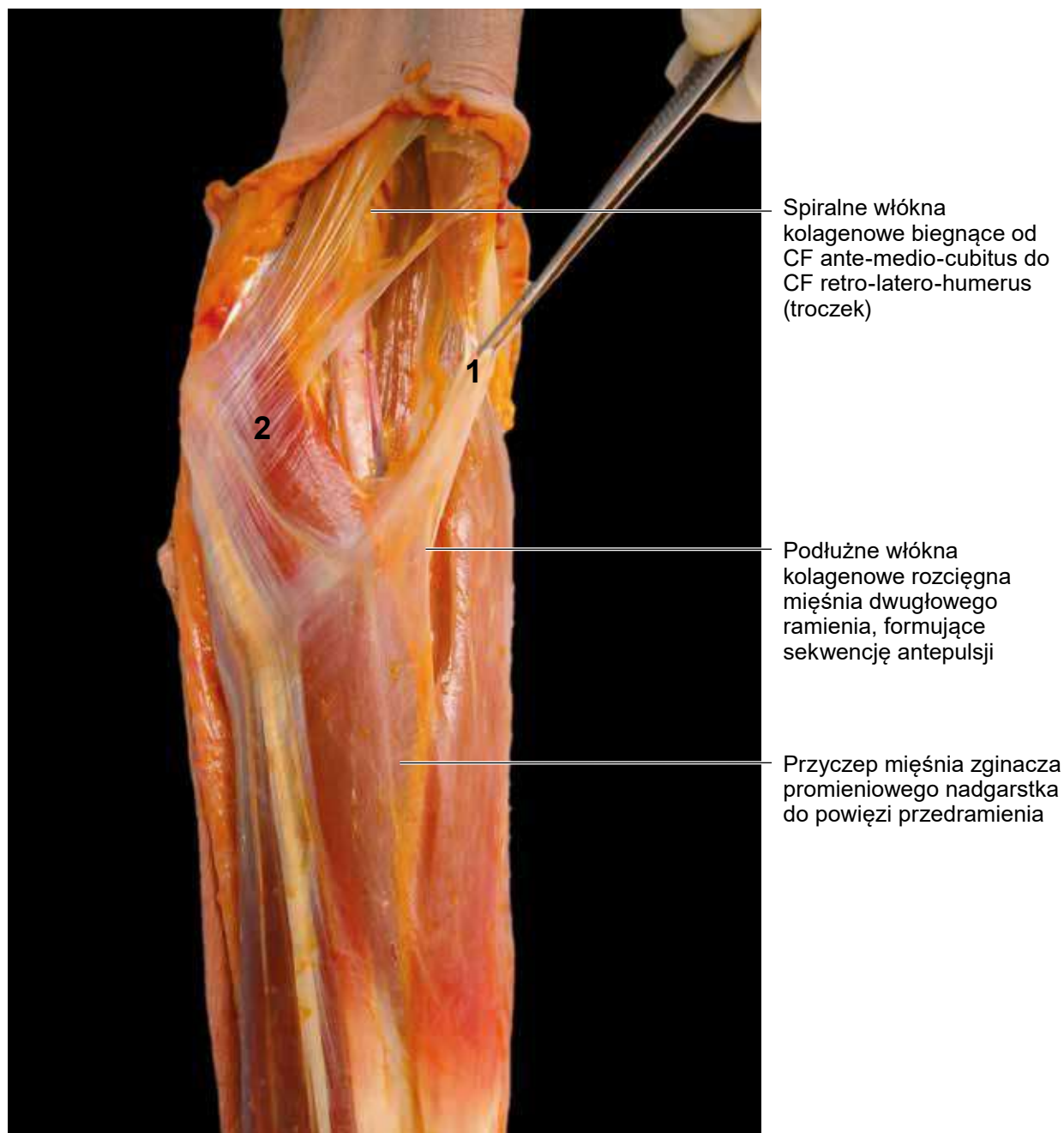
(z G. Chiarugi, L. Bucciante, *Istituzioni di Anatomia dell'uomo*, Piccin Nuova Libreria, Padova 1983, zmodyfikowane)



Ryc. 1.72. Pojedyncza warstwa powięzi szerokiej. Odporność na rozciąganie jest testowana przez zastosowanie silnego pociągania w lewym (1) i prawym (2) kierunku zgodnie z przebiegiem włókien kolagenowych.

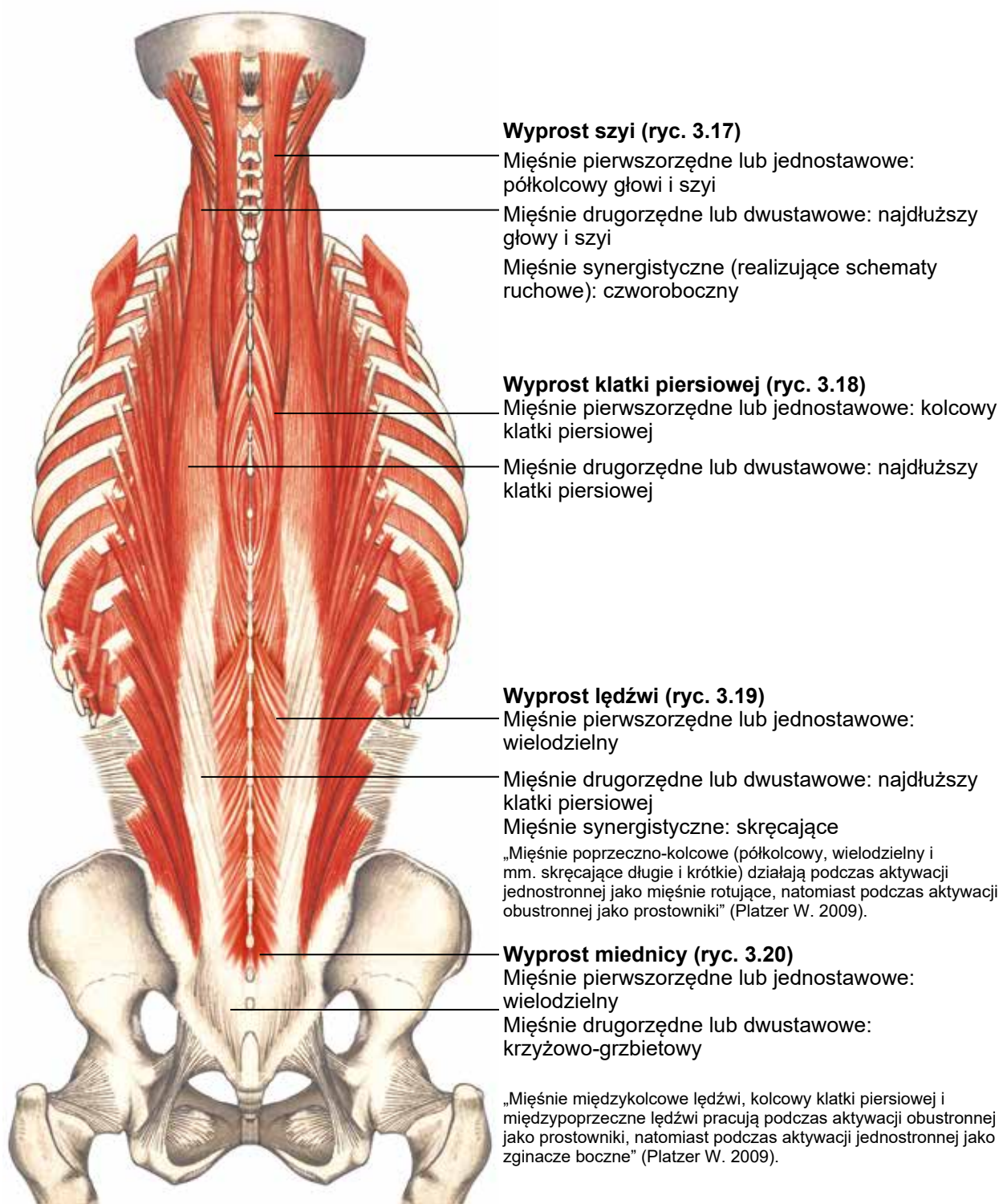


Ryc. 1.73. Pojedyncza warstwa powięzi szerokiej. Powieź ulega rozerwaniu pod wpływem rozciągania poprzecznego (1,2). Siła aplikowana jest prostopadle do ułożenia włókien kolagenowych. Należy zwrócić uwagę na układ włókien kolagenowych i elastynowych (cieńsze).



Ryc. 1.75. Powięź ramienia i przedramienia – widok z przodu. Ściągną i rozciągną mięśnia dwugłowego ramienia (*lacertus fibrosus*) pociągane są za pomocą kleszczyków chirurgicznych (1), aby zademonstrować przebieg części spirali. Spirala wstępuje od CF ante-medio-cubitus w kierunku CF retro-latero-humerus; większość spiralnych włókien kolagenowych przedramienia stanowi ciągłość z powięzią ramienia.

STRONA TYLNA TUŁOWIA, SEKWENCJA RUCHU TYLNEGO (RETROPULSJI)



Ryc. 3.16. Strona tylna tułowia, prostownik grzbietu.

(z G. Chiarugi, L. Bucciante, *Istituzioni di Anatomia dell'uomo*, Piccin Nuova Libreria, Padova 1983, zmodyfikowane)

RUCHY SEGMENTARNE REALIZOWANE PRZEZ JEDNOSTKI M-P RUCHU TYLNEGO (RETROPULSJI)



Ryc. 3.17. Wyprost szyi, zarządzany przez jednostkę mięśniowo-powięziową retro-collum.



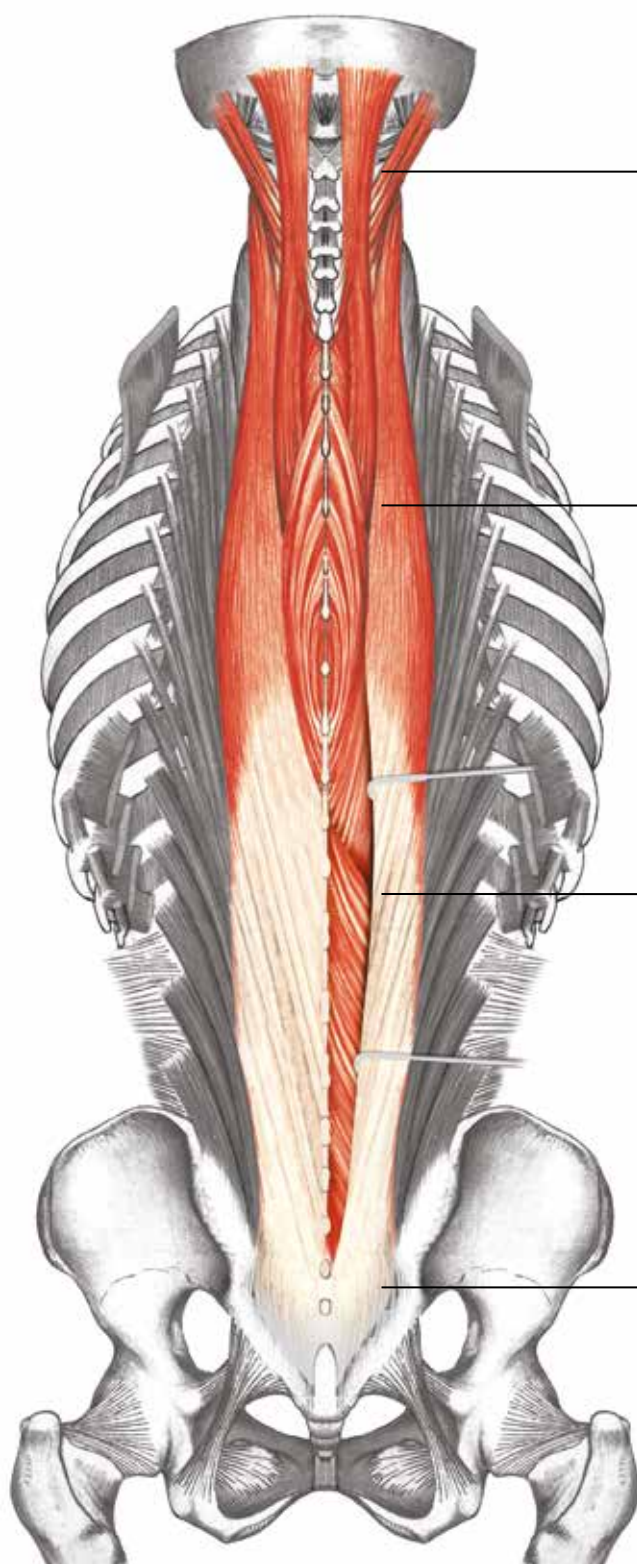
Ryc. 3.18. Wyprost klatki piersiowej, realizowany przez jednostkę mięśniowo-powięziową retro-thorax.



Ryc. 3.19. Wyprost lędźwi, realizowany przez jednostkę mięśniowo-powięziową retro-lumbi.



Ryc. 3.20. Wyprost miednicy, realizowany przez jednostkę mięśniowo-powięziową retro-pelvis.



PRZEDZIAŁY DLA MIĘŚNI RUCHU TYLNEGO (RETROPULSJI) TUŁOWIA (RYC. 3.22)

Przedział powięziowy mięśni realizujących retropulsję szyi

Jednostki motoryczne ruchu tylnego szyi zlokalizowane są w mięśniu czworobocznym, mięśniach równoległobocznych (objętych blaszką powierzchowną powięzi głębokiej szyi) oraz w mięśniach płatowatych i półkolcowych pokrytych blaszką środkową i głęboką powięzi głębokiej szyi.

Przedział powięziowy mięśni realizujących retropulsję klatki piersiowej

Powieź pokrywająca pasmo przyśrodkowe mięśni głębokich grzbietu oddziela je częściowo przegrodą od mięśnia biodrowo-żebrowego. Pasma przyśrodkowe mięśni długich grzbietu dzieli się na trzy warstwy, z których każda progresywnie wykazuje budowę w większym stopniu metameryczną.

Przedział powięziowy mięśni realizujących retropulsję lędźwi

Powieź piersiowo-lędźwiowa tworzy powierzchnią i głęboką blaszką pokrywającą prostownik grzbietu (łac. *erector spinae*). Cała ta mięśniówka zawiera jednostki motoryczne biorące udział w retropulsji, lateropulsji oraz rotacji lędźwi.

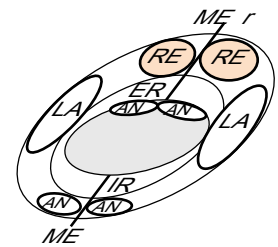
Przedział powięziowy mięśni realizujących retropulsję miednicy

Powieź ta synchronizuje jednostki motoryczne w każdym kierunku. Na przykład powieź piersiowo-lędźwiowa, która przy udziale włókien podłużnych łączy się z więzadłem krzyżowo-guzowym, synchronizuje ruch tylny realizowany przez mięsień pośladkowy wielki podczas ruchu tylnego realizowanego przez mięśnie przykręgosłupowe.

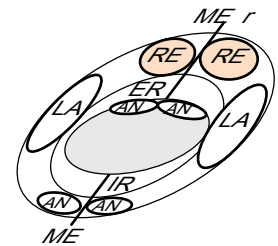
Ryc. 3.21. Przedziały powięziowe mięśni realizujących retropulsję tułowia.

(z G. Chiarugi, L. Bucciante, *Istituzioni di Anatomia dell'uomo*, Piccin Nuova Libreria, Padova 1983, zmodyfikowane)

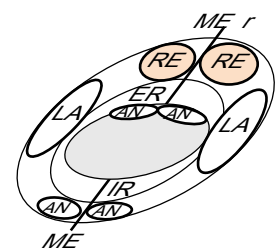
RUCH GLOBALNY REALIZOWANY PRZEZ SEKWENCJĘ RUCHU TYLNEGO (RETROPULSJI)



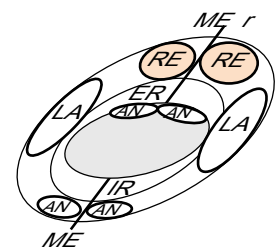
retro-collum



retro-thorax



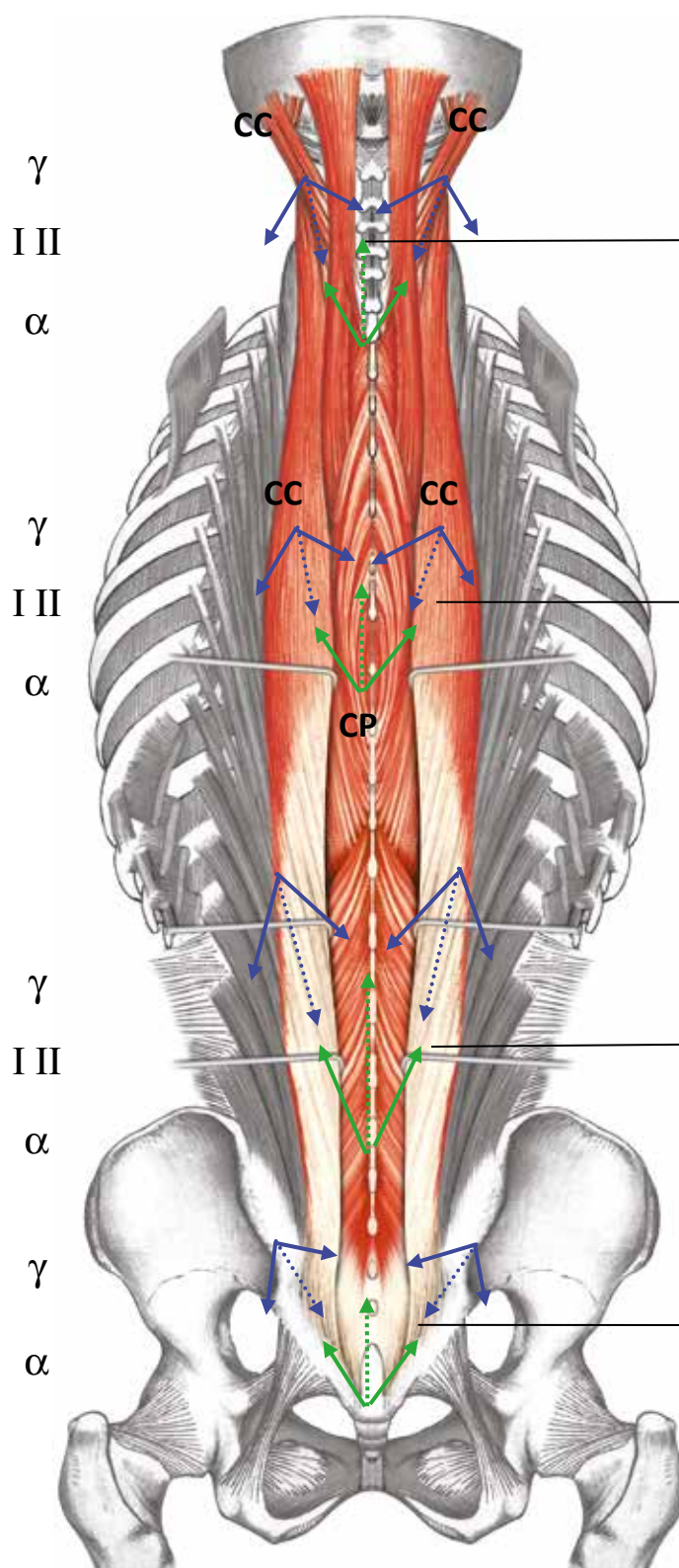
retro-lumbi



retro-pelvis

Ryc. 3.22. Skurcz sekwencji retropulsji przenosi cały tułów do tyłu.

Podręcznik anatomii Platzer'a wyjaśnia, że podczas jednostronnej aktywacji mięśnie skręcające działają jako rotatory, a mięśnie międzypoprzeczne jako zginacze boczne. Z kolei podczas aktywacji obustronnej wymienione mięśnie działają jako prostowniki. Być może bardziej poprawnym stwierdzeniem byłoby, że w obrębie mięśni przykręgosłupowych występują jednostki motoryczne, które aktywowane są poprzez impulsy dla prostowania kręgosłupa, pozostałe natomiast dla rotacji i zgięcia bocznego. Wrzecionka nerwowo-mięśniowe jednostek motorycznych dla ruchu prostowania aktywowane są podczas rozciągania mięśniowo-powięziowego w kierunku podłużnym.



FIZJOLOGIA JEDNOSTEK M-P RUCHU TYLNEGO (RETROPULSJI) TUŁOWIA

Jednostka mięśniowo-powięziowa retro-collum (re-cl)

Mięśnie jednostawowe (prosty tylny większy i mniejszy głowy, skośny górny i dolny głowy) wspólnie z mięśniami dwustawowymi (półkolcowy szyi i najdłuższy szyi) formują dwa równoległoboki, których siły zbiegają się w kierunku siódmego kręgu szyjnego.

Jednostka mięśniowo-powięziowa retro-thorax (re-th)

Oba równoległoboki leżące bocznie od kolumny kręgosłupa piersiowego utworzone są przez mięśnie jednostawowe (dźwigacze żeber) oraz dwustawowe (najdłuższy klatki piersiowej). Czynność synergistyczna tych mięśni działa niczym dźwignia (zielone wektory) dla wyprostu pleców.

Jednostka mięśniowo-powięziowa retro-lumbi (re-lu)

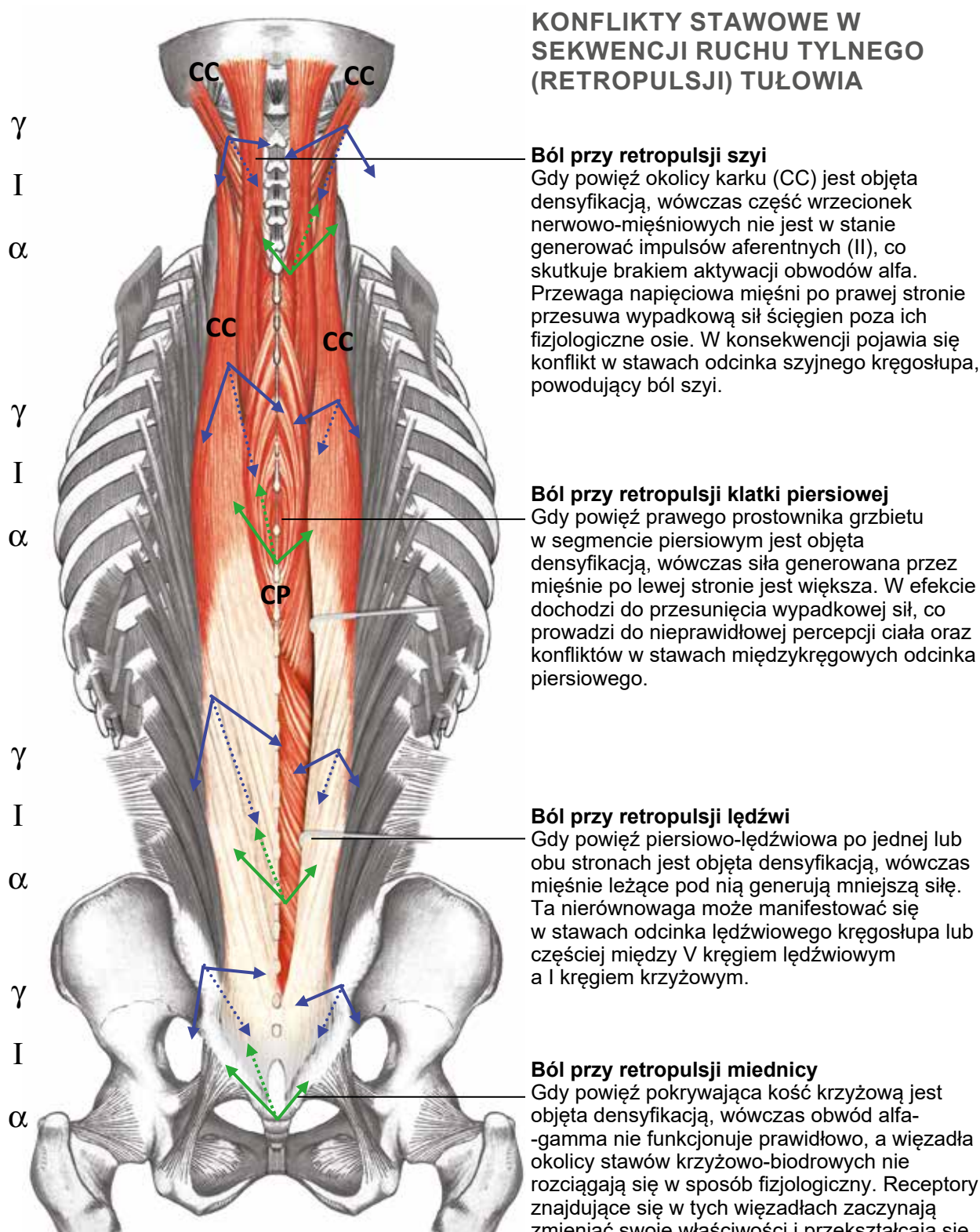
Retropulsja części lędźwiowej kręgosłupa może być realizowana ekscentrycznie lub koncentrycznie. W obu przypadkach rozciąganie powięzi piersiowo-lędźwiowej jest różne, stąd też rekrutacja odpowiadających wrzecionek nerwowo-mięśniowych również będzie odmienna.

Jednostka mięśniowo-powięziowa retro-pelvis (re-pv)

Oba mięśnie wielodzielne rozpoczynają się na powierzchni tylnej kości krzyżowej, wyrostkach suteczkwatych kręgów lędźwiowych, wyrostkach poprzecznych wszystkich kręgów piersiowych i na wyrostkach stawowych dolnych – od siódmego do piątego kręgu szyjnego. Przyczep końcowy znajduje się na wyrostkach kolczystych kręgów lędźwiowych, piersiowych oraz na kręgach szyjnych od drugiego do siódmego. Podczas retropulsji miednicy pracują również jednostki motoryczne należące do mięśni pośladkowych.

Ryc. 3.23. Prawidłowo funkcjonujący obwód gamma.

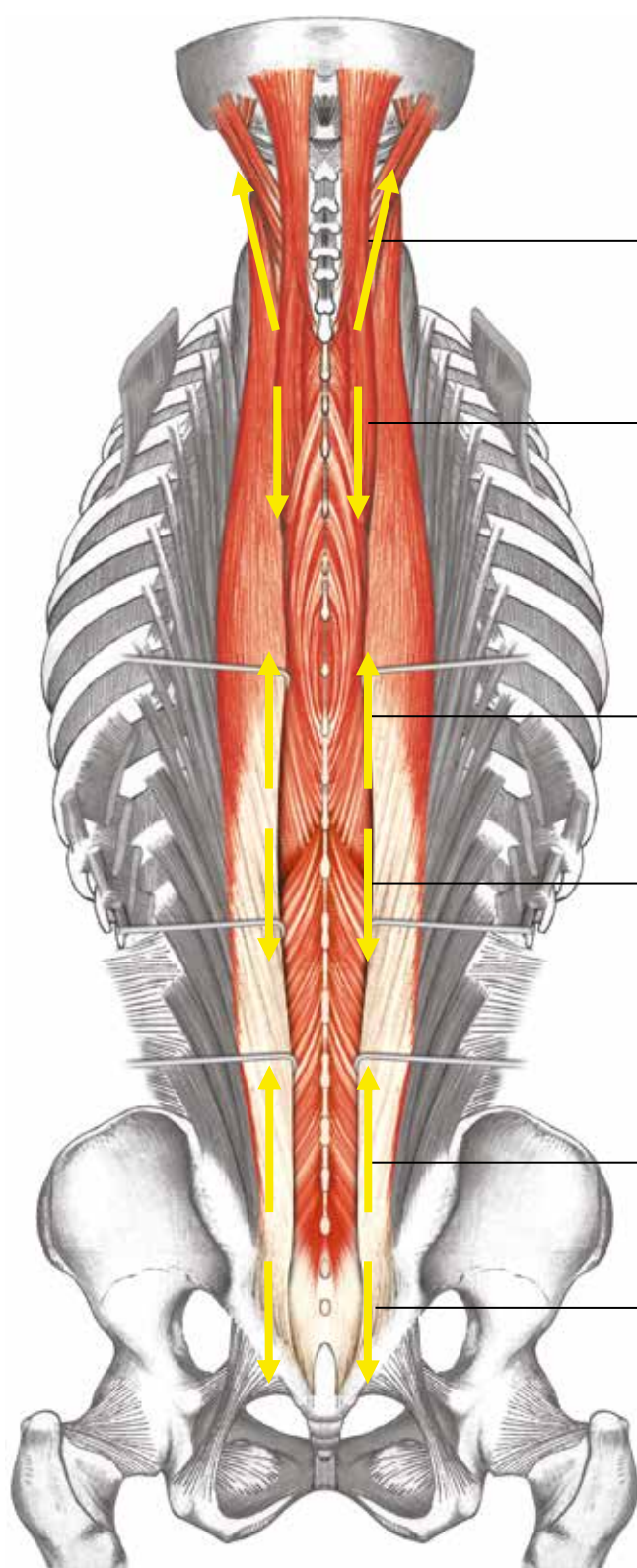
(z G. Chiarugi, L. Bucciante, *Instituzioni di Anatomia dell'uomo*, Piccin Nuova Libreria, Padova 1983, zmodyfikowane)



Ryc. 3.24. Dysfunkcje obwodu gamma.

(z G. Chiarugi, L. Bucciante, *Instituzioni di Anatomia dell'uomo*, Piccin Nuova Libreria, Padova 1983, zmodyfikowane)

SEKWENCJA RUCHU TYLNEGO (RETROPULSJI) TUŁOWIA A ODRUCH NA ROZCIĄGANIE



Synergia między jednostkami mięśniowo-powięziowymi retro-collum i retro-thorax

Mięśnie płatowate (ryc. 3.27) i mięsień półkolcowy głowy pociągają w kierunku głowy powięź prostownika grzbietu.

Mięsień kolcowy klatki piersiowej pociąga omięsną oraz powięź, która go pokrywa, w kierunku doogonowym.

Synergia między jednostkami mięśniowo-powięziowymi retro-thorax i retro-lumbi

Podczas skurczu mięśni półkolcowego i kolcowego klatki piersiowej dochodzi do pociągania powięzi piersiowo-lędźwiowej w kierunku dogłowym.

Podczas prostowania mięsień najdłuższy klatki piersiowej generuje doogonową trakcję powięzi piersiowo-lędźwiowej.

Mięsień najdłuższy rozpoczyna się na kości krzyżowej oraz wyrostkach kolczystych wszystkich kręgów lędźwiowych, gdzie wiązki końcowe przyśrodkowe przyczepiają się do wyrostków dodatkowych kręgów lędźwiowych i do wyrostków poprzecznych wszystkich kręgów piersiowych, zaś wiązki boczne kończą się na wyrostkach żebrowych oraz kątach XII do II żebra. W efekcie mięsień ten działa podczas ruchów odcinka lędźwiowego, stąd użycie terminu „mięsień najdłuższy lędźwi” byłoby również prawidłowe. To ułatwia zrozumienie opisu dystalnych trakcji powięzi piersiowo-lędźwiowej w sekwencji retropulsji.

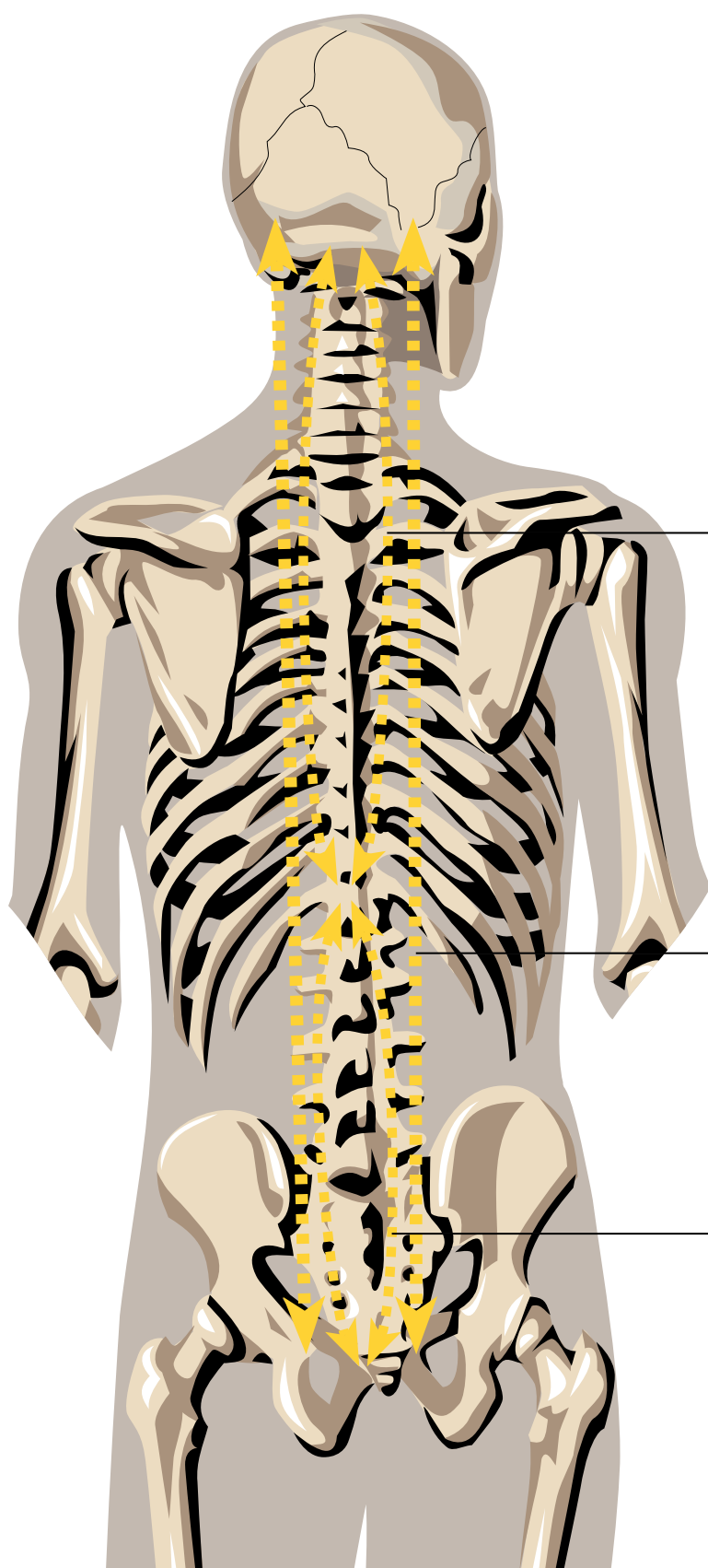
Synergia między jednostkami mięśniowo-powięziowymi retro-lumbi i retro-pelvis

Powięź mięśnia prostownika grzbietu i powięź piersiowo-lędźwiowa przylegają do siebie w okolicy krzyżowej (ryc. 3.29). To połączenie jest tylko pozorne, ponieważ każda warstwa włókien kolagenowych utrzymuje własną niezależność w trakcie ślizgu. Włókna podłużne (ryc. 3.30) docierające do więzadła krzyżowo-guzowego łączą się z głębokimi włóknami mięśniowymi mięśnia pośladkowego wielkiego (retropulsja biodra, re-cx).

Ryc. 3.25. Synergia wzdłuż sekwencji retropulsji tułowia.

(z G. Chiarugi, L. Bucciante, *Istituzioni di Anatomia dell'uomo*, Piccin Nuova Libreria, Padova 1983, zmodyfikowane)

AKTYWACJA NARZĄDÓW ŚCIĘGNIŚTYCH GOLGIEGO



Łańcuch miokinematyczny między szyją a klatką piersiową

Mięśnie półkolcowe klatki piersiowej, szyi oraz głowy tworzą wtórną sekwencję powięziową łączącą szyję z klatką piersiową. Mięsień półkolcowy rozpoczyna się na wszystkich wyrostkach poprzecznych każdego z kręgów piersiowych, a kończy na kręgach szyjnych oraz potylicy. Powieź tego mięśnia łączy ruch szyi z ruchem klatki piersiowej.

Globalny łańcuch miokinematyczny

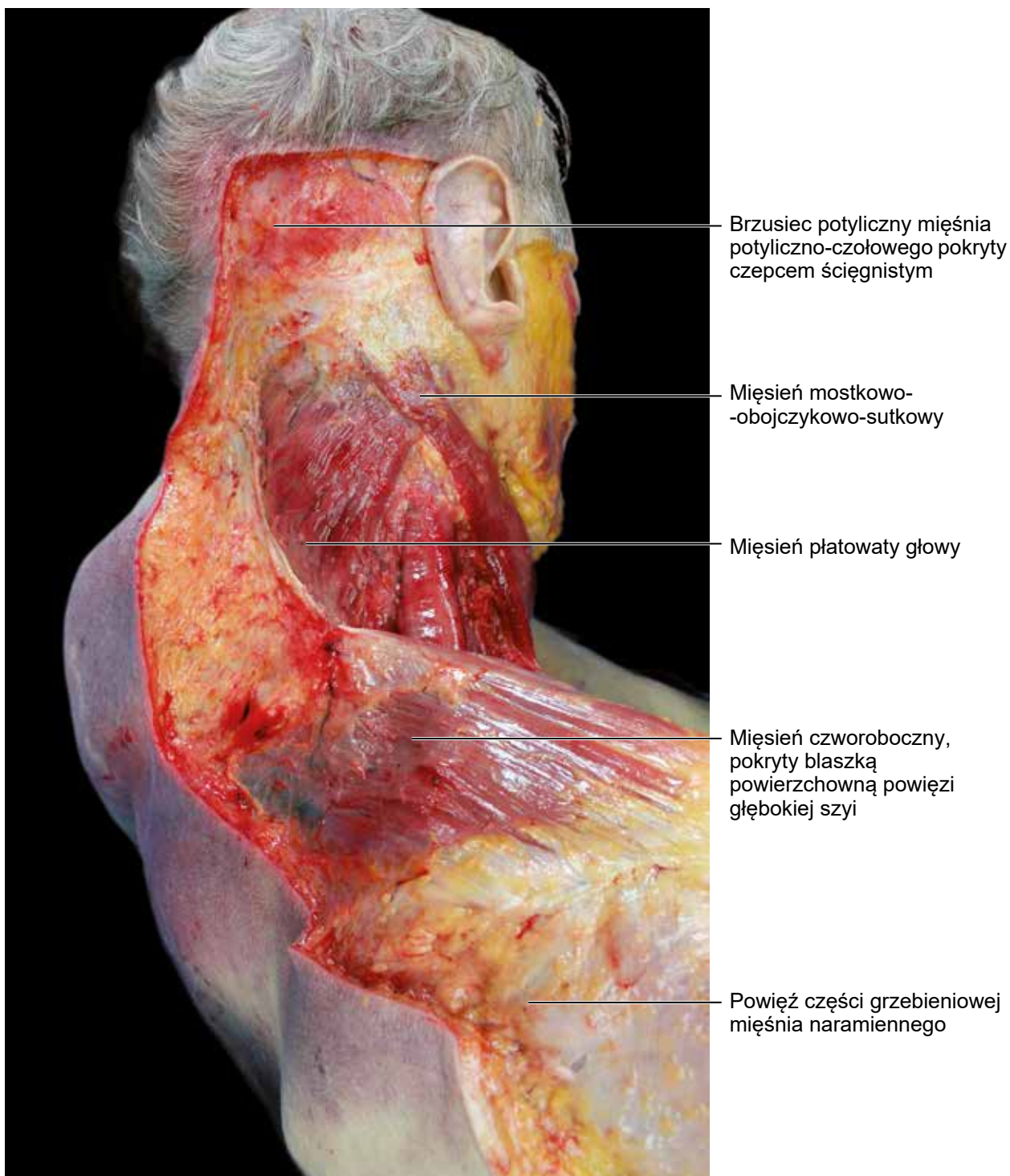
Mięśnie najdłuższe klatki piersiowej, szyi i głowy stanowią anatomiczny dowód na istnienie globalnej sekwencji mięśniowo-powięziowej retropulsji tułowia. Podczas unoszenia przedmiotu z podłogi aktywowana jest cała sekwencja retropulsji, natomiast aktywność mięśniowa różni się w zależności od stopnia wyprostu tułowia oraz zaangażowania narządów ścięgniętych Golgiego.

Łańcuch miokinematyczny między lędźwiami a miednicą

Tego typu wtórna sekwencja łączy ze sobą ruchy lędźwi z ruchami miednicy. Jest ona utworzona przez wspólną masę mięśniową prostownika grzbietu, a w szczególności przez mięśnie biegnące od kości krzyżowej do wszystkich kręgów piersiowych i XII żebra.

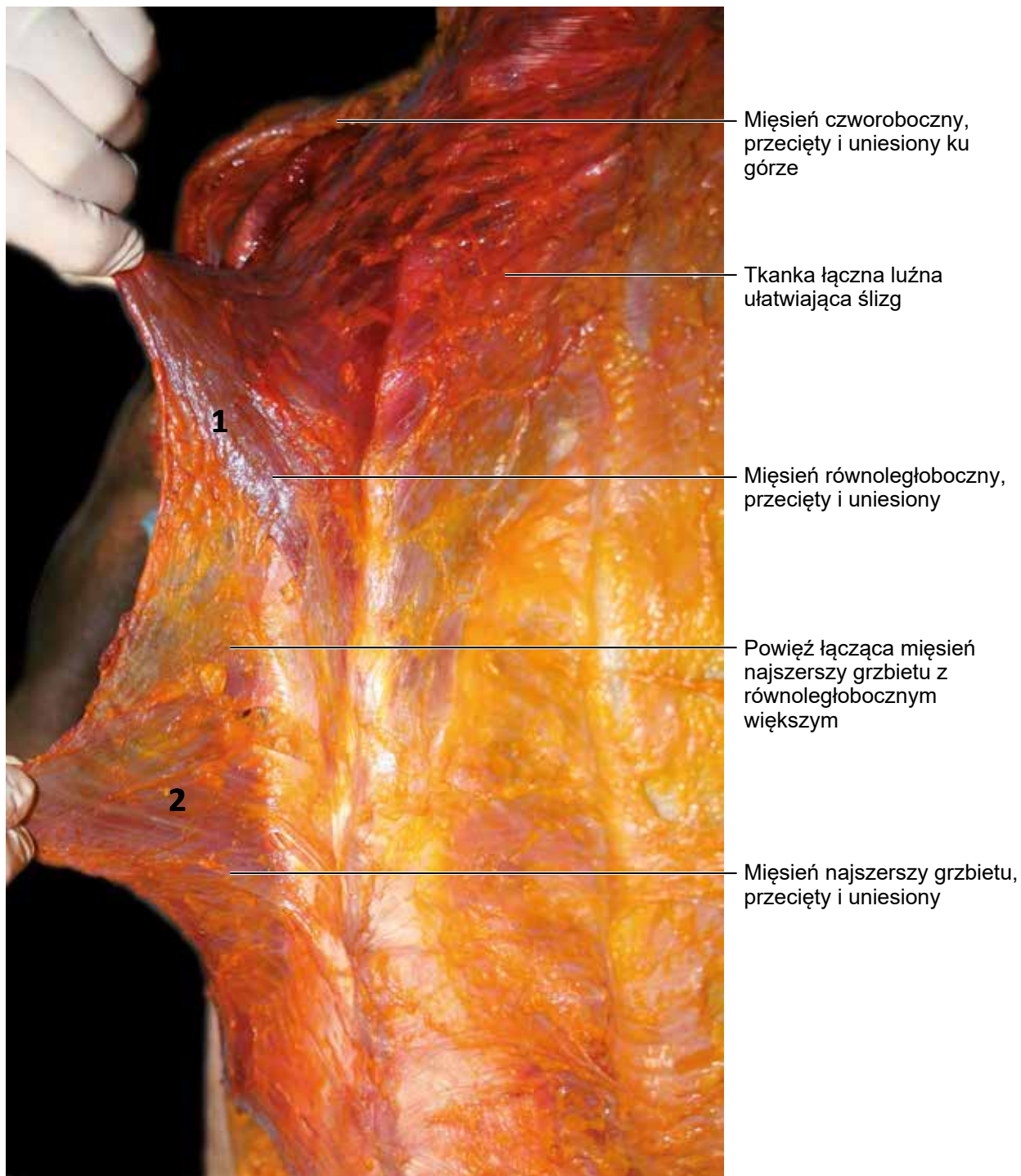
Ryc. 3.26. Mięśnie dwustawowe sekwencji retropulsji tułowia.

POWIĘZIE SEKWENCJI RUCHU TYLNEGO (RETROPULSJI) TUŁOWIA



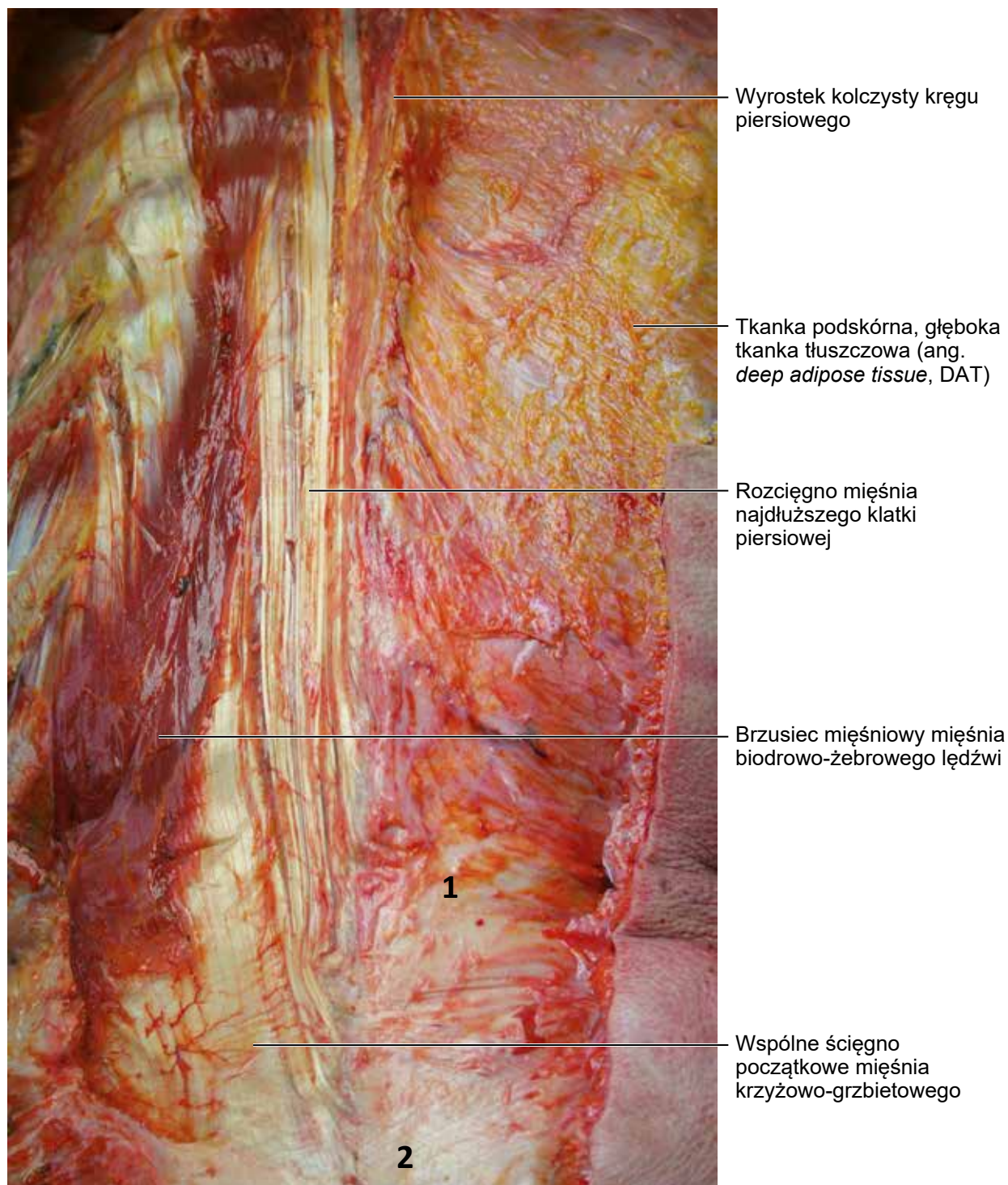
Ryc. 3.27. Tylna część powięzi szyi oraz powięź mięśnia czworobocznego. Mięsień czworoboczny wraz z mięśniem mostkowo-obończykowo-sutkowym są zawarte w blaszce powierzchownej powięzi głębokiej. Głębiej blaszka środkowa pokrywa mięśnie płatowate, a blaszka głęboka mięsień prostownik grzbietu.

POWIĘZIE SEKWENCJI RUCHU TYLNEGO (RETROPULSJI) TUŁOWIA



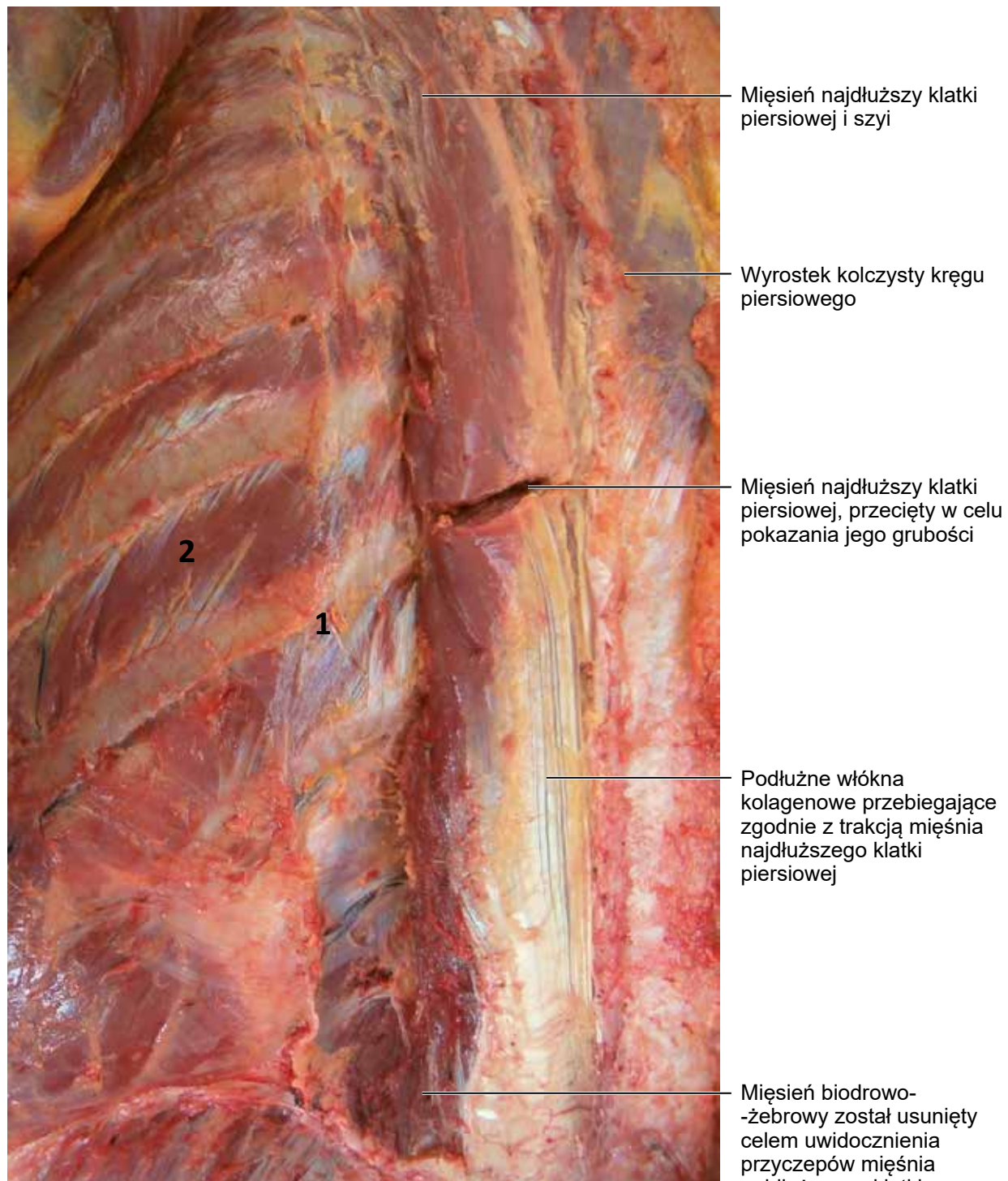
Ryc. 3.28. Powięź namięśna mięśni równoległobocznego większego oraz najszerszego grzbietu, przecięte i odciągnięte do boku. Błazka powierzchowna powięzi głębokiej pokrywająca mięśnie równoległoboczne (1) stanowi ciągłość z powięzią pokrywającą mięsień najszerszy grzbietu (2).

POWIĘZIE SEKWENCJI RUCHU TYLNEGO (RETROPULSJI) TUŁOWIA



Ryc. 3.29. Wspólne ścięgno początkowe prostownika grzbietu (m. krzyżowo-grzbietowy). Powięź piersiowo-lędźwiowa (1) ściśle przylega do ścięgna mięśnia krzyżowo-grzbietowego nad kością krzyżową (2).

POWIĘZIE SEKWENCJI RUCHU TYLNEGO (RETROPULSJI) TUŁOWIA



Ryc. 3.30. Przedział powięziowy mięśnia najdłuższego klatki piersiowej. Mięsień biodrowo-żebrowy lędźwi (1) został usunięty, uwidaczniając mięśnie międzyżebrowe zewnętrzne (2).

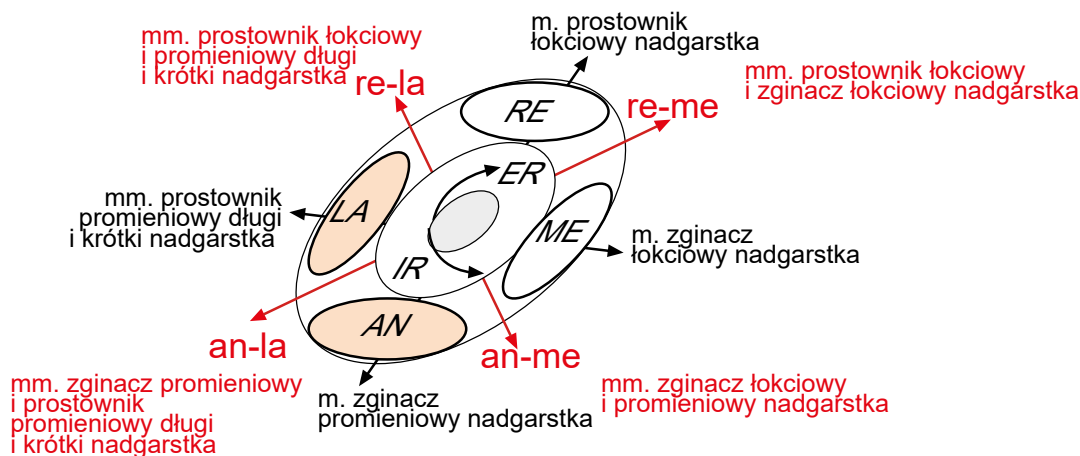
CENTRA FUZZI A PRZEKĄTNE KOŃCZYNY GÓRNEJ

Wszystkie mięśnie biorą udział w wykonywaniu licznych ruchów, ponieważ stanowią kombinację wielokierunkowych jednostek motorycznych. Przykładem jest mięsień naramienny: jego część przednia składa się z jednostek motorycznych realizujących ruch przedni (antepulsję), część boczna – z jednostek motorycznych realizujących ruch boczny (lateropulsję), część tylna – z jednostek motorycznych realizujących ruch tylny (retropulsję), zaś jego głębsze włókna pracują jako rotatory. Dzieje się tak, gdyż mięsień naramienny jest zespołem włókien mięśniowych, przedzielonych przegrodami międzymięśniowymi rozpoczynającymi się na wewnętrznej powierzchni powięzi naramiennej. Powieź ta łączy się z wrzecionkami nerwowo-mięśniowymi oraz narządami ścięgnistymi Golgiego, dzięki czemu koordynuje różne pozycje stawu ramiennego. Na przykład, kiedy przenosimy kończynę z pozycji antepulsji do lateropulsji, jednocześnie występują nieznaczne ruchy rotacyjne. Jedynie punkt CF ante-latero-humerus, zlokalizowa-

an-me-cu (ante-medio-cubitus) zlokalizowane jest nad miejscem połączenia ścięgien początkowych wymienionych mięśni, natomiast centrum fuzji an-me-ca (ante-medio-carpus) leży nad ich ścięgnami końcowymi. Niestety, nazwy anatomiczne wielu mięśni są bardzo często mylące. Na przykład nazwa „zginacz promieniowy nadgarstka” sugeruje, że mięsień działa tylko na nadgarstek, a przecież oddziałuje on również na staw łokciowy, zginając go. Stąd w rzeczywistości mięsień ten uczestniczy w realizowaniu schematów motorycznych w obu wymienionych stawach.

W centrum fuzji zbiegają się dwa wektory lub siły generowane przez dwie jednostki mięśniowo-powięziowe, dlatego też CF odpowiada wypadkowej dwóch wektorów. Przekątna m-p łączy wypadkową wektorową centrów fuzji ułożonych szeregowo (wektory nadgarstka, łokcia i ramienia) oraz scala prace wszystkich CF w pojedynczą wypadkową.

Na wysokości segmentu palców (digiti) wektory odwróciły swój kierunek (dystalno-proksymalny),



Ryc. 5.1 Tworzenie się centrów fuzji (CF) poprzez połączenie dwóch jednostek mięśniowo-powięziowych lub dwóch kierunków przestrzennych. Na powyższym schemacie jako przykład przedstawiono mięśnie przedramienia.

ny w powięzi pokrywającej ścięgno końcowe mięśnia naramiennego, zarządza zmniejszeniem udziału jednej jednostki mięśniowo-powięziowej, zwiększając tym samym zaangażowanie innej podczas ruchów odbywających się w stawie ramiennym.

Podążając w kierunku dystalnym, wzdłuż kończyny górnej, napotykamy na inne centra fuzji, które koordynują pracę dwóch lub trzech jednostek mięśniowo-powięziowych podczas realizowania schematów motorycznych. Pojedynczy mięsień odpowiada zazwyczaj CC jednej jednostki m-p, a CF odpowiada konwergencji dwóch lub trzech ścięgien (ryc. 5.1). Na przykład w okolicy nadkłykcia przysrodkowego kości ramiennej znajdują się ścięgna zginacza promieniowego nadgarstka (wektor antepulsji), nawrotnego obłego (wektor rotacji wewnętrznej) oraz zginacza łokciowego nadgarstka (wektor mediopulsji). Centrum fuzji

ponieważ wymagania ruchowe ręki i stopy związane są z dostosowywaniem mięśni kończyny leżących proksymalnie w stosunku do tych dwóch okolic. Na poziomie nadgarstka zachodzi współpraca między krótkimi mięśniami ręki a ścięgnami silnych mięśni przedramienia.

Rekrutacja proksymalnych jednostek mięśniowo-powięziowych³ odbywa się podczas aktywności ręki.

³ Opór zwiększa centralne pobudzenie, jako wynik napięcia mięśnia, ścięgna i stawu. Jednak przy maksymalnym oporze skurcz nie jest ograniczony jedynie do pojedynczego mięśnia, lecz rozprzestrzenia się do sąsiadujących mięśni poprzez proces irradacji. Maksymalny opór manualny jest kluczowym aspektem dla wszystkich proprioceptywnych technik torujących. (Kabat H. 1954)

SCHEMATY MOTORYCZNE KOŃCZYNY GÓRNEJ REALIZOWANE ZGODNIE Z WZORCAMI PRZEKĄTNYMI



Ryc. 5.2. Przekątna ante-latero, czyli ruch całej kończyny górnej zgodnie z wzorcem an-la (przednio-boczny).



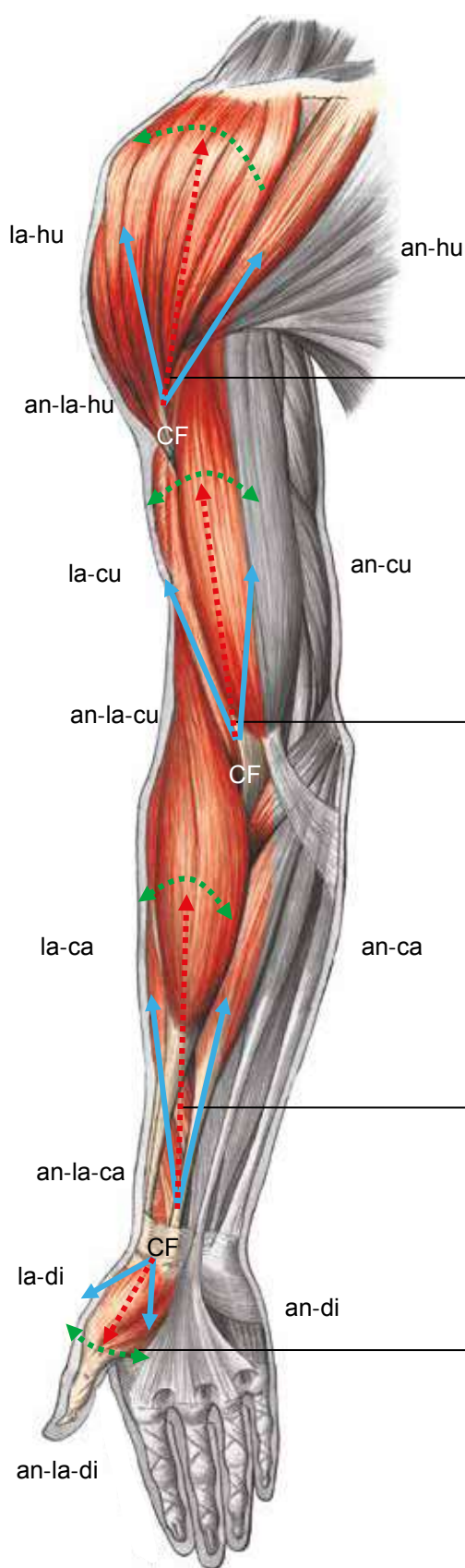
Ryc. 5.3. Przekątna ante-medio, czyli ruch całej kończyny górnej zgodnie z wzorcem an-me (przednio-przyśrodkowy).



Ryc. 5.4. Przekątna retro-latero, czyli ruch całej kończyny górnej zgodnie z wzorcem re-la (tylno-boczny).



Ryc. 5.5. Przekątna retro-medio, czyli ruch całej kończyny górnej zgodnie z wzorcem re-me (tylno-przyśrodkowy).

CENTRA FUZJI PRZEKĄTNEJ
ANTE-LATERO KOŃCZYNY GÓRNEJ**Schemat motoryczny ante-latero-humerus (an-la-hu)**

CF an-la-hu zlokalizowane jest między włóknami ścięgnistymi tych części mięśnia naramiennego, które realizują ruchy zgięcia oraz odwiedzenia w stawie ramiennym. Punkt ten współdziała z wrzecionkami nerwowo-mięśniowymi i narządami ścięgnistymi Golgiego jednostek mięśniowo-powięziowych an-hu i la-hu podczas ruchów przenoszenia ramienia z jednej płaszczyzny w drugą.

Schemat motoryczny ante-latero-cubitus (an-la-cu)

CF an-la-cu zlokalizowane jest między ścięgnami mięśni dwugłowego ramienia, ramiennego i ramiennie-promieniowego. Punkt ten współdziała z wrzecionkami nerwowo-mięśniowymi i narządami ścięgnistymi Golgiego jednostek mięśniowo-powięziowych an-cu i la-cu podczas ruchu przenoszenia łokcia z jednej płaszczyzny w drugą. CC an-cu koordynuje jednostki motoryczne leżące w obu głowach mięśnia dwugłowego ramienia, a CF an-la-cu związane jest z jednostkami motorycznymi jego głowy długiej, mianowicie z tymi, które zawarte są w jej części bocznej (ryc. 5.6, 5.14).

Schemat motoryczny ante-latero-carpus (an-la-ca)

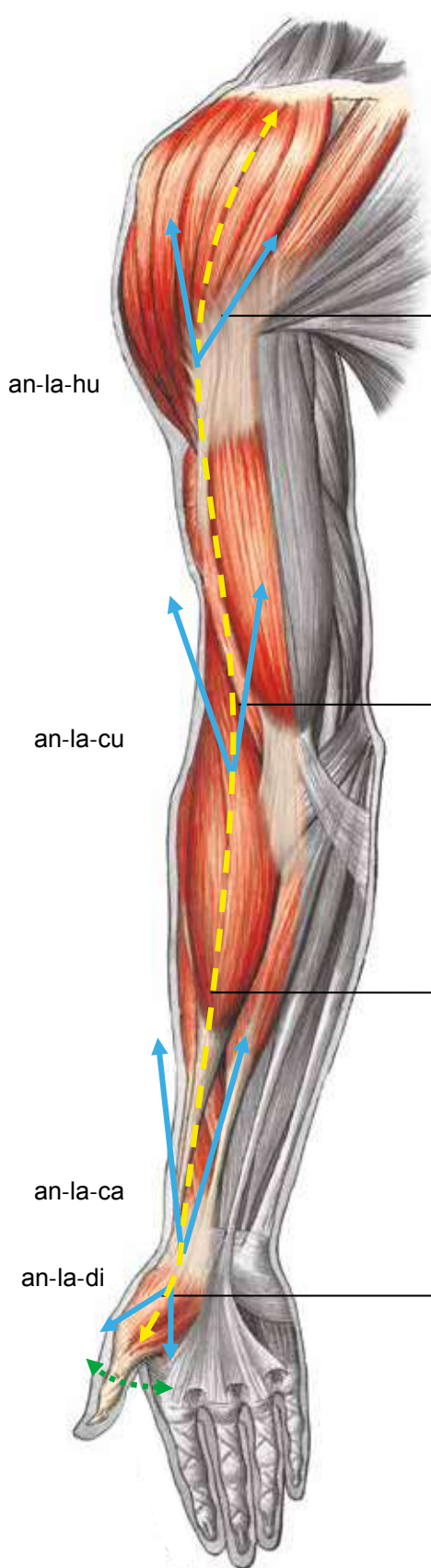
CF an-la-ca zlokalizowane jest między ścięgnami końcowymi mięśni ramiennie-promieniowego i zginacza promieniowego nadgarstka. Punkt ten współdziała z wrzecionkami nerwowo-mięśniowymi i narządami ścięgnistymi Golgiego jednostek mięśniowo-powięziowych an-ca i la-ca podczas ruchów przenoszenia nadgarstka z jednej płaszczyzny w drugą.

Schemat motoryczny ante-latero-digiti (an-la-di)

CF an-la-di zlokalizowane jest między początkowymi włóknami ścięgnistymi mięśni kłębu kciuka. Punkt ten współdziała z wrzecionkami nerwowo-mięśniowymi i narządami ścięgnistymi Golgiego jednostek mięśniowo-powięziowych an-di i la-di podczas ruchu przenoszenia kciuka z jednej płaszczyzny w drugą.

Ryc. 5.6. Centra fuzji (CF) przekątnej ante-latero kończyny górnej.

(z G. Chiarugi, L. Bucciante, *Instituzioni di Anatomia dell'uomo*, Piccin Nuova Libreria, Padova 1983, zmodyfikowane)



PRZEKĄTNA ANTE-LATERO KOŃCZYNY GÓRNEJ (RYC. 5.2)

Synergia an-la-hu ze schematem globalnym

Część proksymalna przekątnej ante-latero synchronizuje pracę CF an-la-hu ze wzorcem motorycznym przeciwstawiania kciuka. Tego typu podłużny układ punktów CF podobny jest do układu punktów CC w sekwencjach mięśniowo-powięziowych. W sekwencjach m-p rekrutacja jednostek mięśniowo-powięziowych odbywa się w kierunku proksymalno-dystalnym, zaś w przekątnych m-p synergistyczna rekrutacja punktów CF pojawia się głównie w kierunku dystalno-proksymalnym.

Synergia an-la-cu ze schematem globalnym

Część środkowa przekątnej ante-latero synchronizuje pracę CF an-la-cu ze wzorcem motorycznym przeciwstawiania kciuka oraz przemieszczeniem ramienia z pozycji antepulsji do lateropulsji. Stąd występuje w tym przypadku adaptacja zarówno w kierunku proksymalno-dystalnym, jak i dystalno-proksymalnym.

Synergia an-la-ca ze schematem globalnym

Część dystalna przekątnej ante-latero synchronizuje pracę CF an-la-ca ze wzorcem motorycznym przeciwstawiania kciuka, dlatego w powyższym przypadku dominuje adaptacja w kierunku proksymalno-dystalnym.

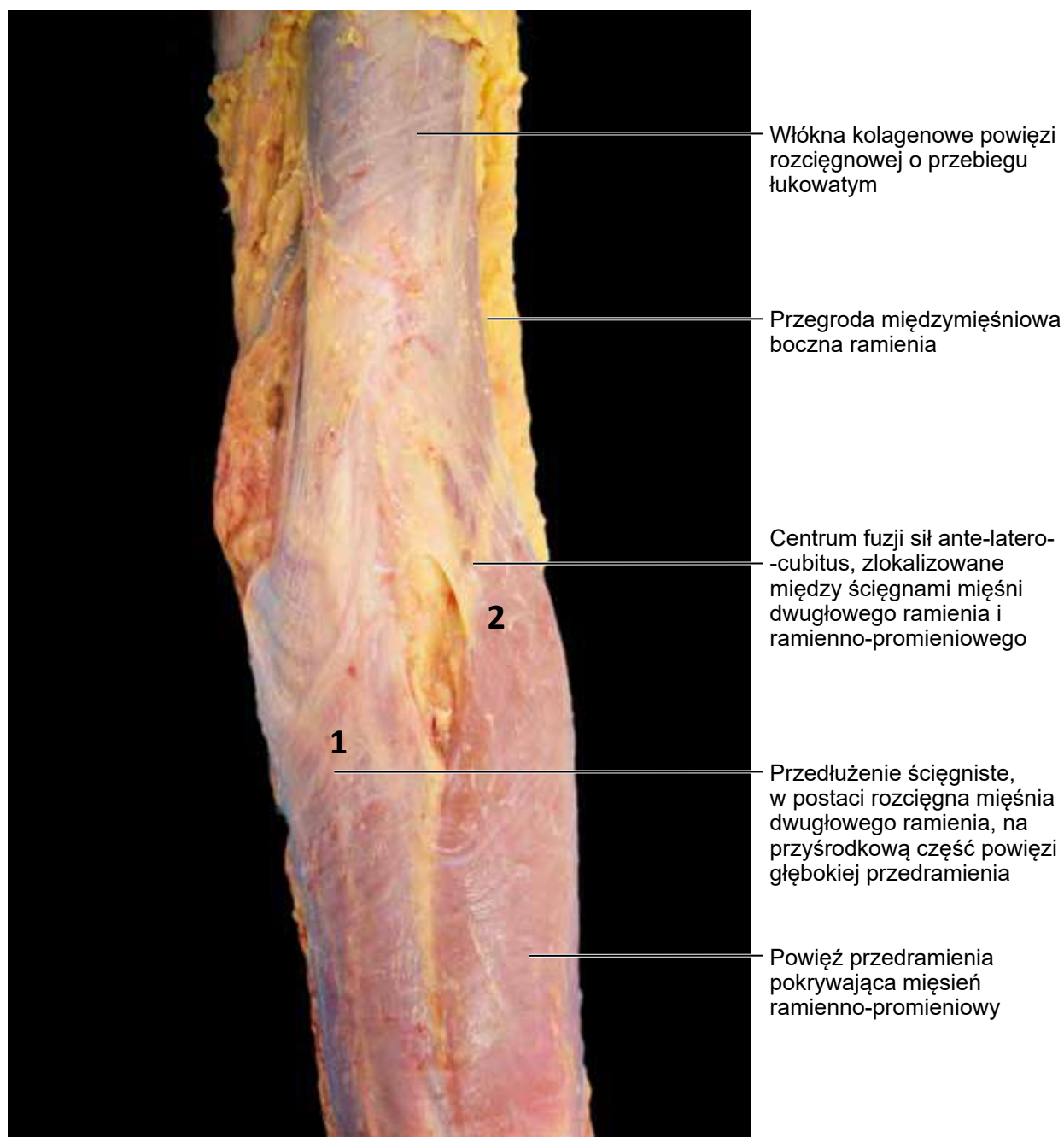
Synergia wymagana od CF an-la-di

Ruch polegający na przeciwstawianiu kciuka realizowany jest przez mięśnie kłębki kciuka oraz zginacz długi kciuka. Gdy wzrasta siła tych mięśni, dochodzi do adaptacji lub rozciągania troczka zginaczy nadgarstka. Dzięki temu, poprzez odruch na rozciąganie, rekrutowane jest proksymalne CF.

Ryc. 5.7. Przekątna ante-latero kończyny górnej.

(z G. Chiarugi, L. Bucciante, *Instituzioni di Anatomia dell'uomo*, Piccin Nuova Libreria, Padova 1983, zmodyfikowane)

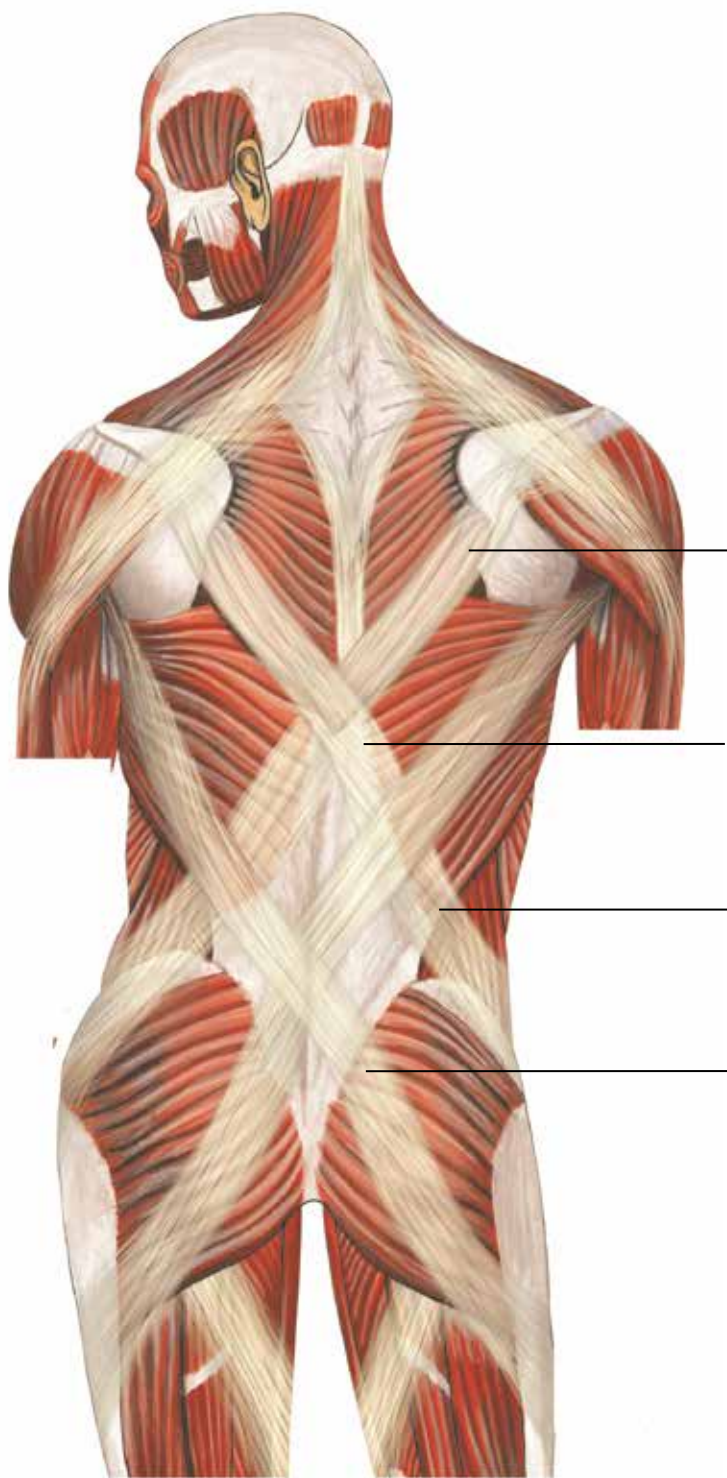
LOKALIZACJA CF ANTE-LATERO-CUBITUS



Ryc. 5.14. Powięź ramienia i przedramienia na wysokości stawu łokciowego. Rozciągno mięśnia dwugłowego ramienia (*lacertus fibrosus*) zawsze składa się z części przyśrodkowej (1), biegnącej wzdłuż przekątnej ante-medio. Istnieje również część boczna – powięziowo-ścięgnista (2), przebiegająca wzdłuż przekątnej ante-latero.

KRÓTKIE SPIRALE STRONY TYLNEJ TUŁOWIA: RETRO-MEDIO I RETRO-LATERO

Powięź piersiowo-lędźwiowa tworzy obszerną spiralę, w obrębie której aktywowane są progresywnie spirale retro-medio i retro-latero.



Dolna krawędź mięśnia czworobocznego jest w kontakcie z CF re-la-th; górna część tego mięśnia zawiera CF re-la-sc i biegnie nieprzerwanie, łącząc się z powięzią mięśnia naramiennego, gdzie zlokalizowane jest CF re-la-hu.

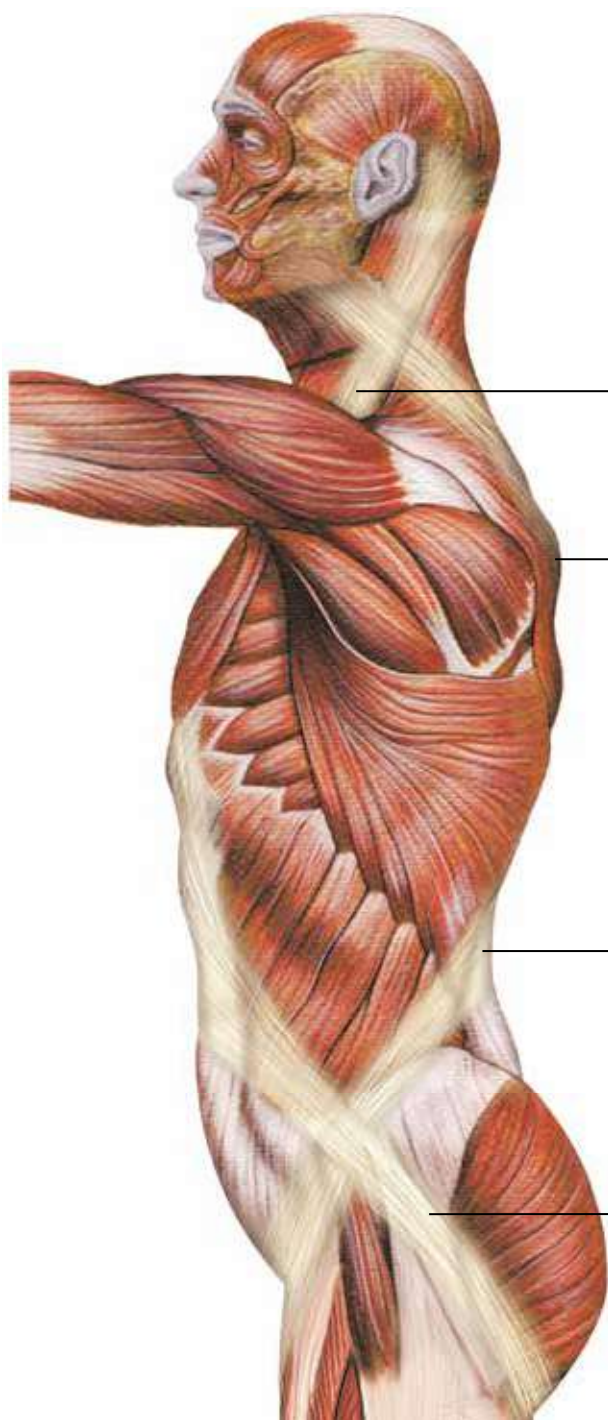
Mięsień czworoboczny jest objęty blaszką powierzchowną powięzi głębokiej. Jego włókna dolne łączą się z mięśniem najszerszym grzbietu w CF re-me-th.

Bocznie od mięśnia prostownika grzbietu blaszka powierzchowna powięzi piersiowo-lędźwiowej łączy się z blaszką głęboką tej powięzi, tworząc CF retro-latero-lumbi (ryc. 6.27).

Punkt fuzji powięzi mięśnia pośladkowego wielkiego i prostownika grzbietu z powięzią piersiowo-lędźwiową. Centrum fuzji retro-medio-coxa po stronie prawej łączy się z CF retro-medio-pelvis po stronie przeciwnej, stanowiąc lustrzane odbicie połączenia występującego na przedniej stronie tułowia (ryc. 6.28).

Ryc. 6.21b. Przebieg spiral tułowia retro-medio i retro-latero.

Podczas chodu, kiedy kończyna dolna jest odpychana do tyłu, aktywowana jest początkowa trakcja spirali retro-medio-coxa. Napięcie to przenoszone jest w kierunku CF retro-medio-humerus. W końcowej fazie chodu aktywowana jest spirala tylna-boczna biodra (retro-latero-coxa), która łączy się z CF retro-latero-humerus.



DŁUGIE SPIRALE ROZPOCZYNAJĄCE SIĘ W LEWYM BIODRZE: ANTE-LATERO I RETRO-LATERO

Różnica między sekwencjami rotacji wewnętrznej i zewnętrznej a spiralami jest taka, że sekwencje wykazują przebieg wzdłuż tego samego boku ciała, z kolei spirale biegną z przodu do tyłu i z jednej strony ciała w kierunku strony kontralateralnej.

Włókna kolagenowe lewej powięzi obojczykowo-kruczo-pachowej (CF an-la-th) stanowią ciągłość z powięzią prawego mięśnia mostkowo-obojczykowo-sutkowego (CF an-me-cl, re-la-cp 3).

Włókna kolagenowe lewego mięśnia zębatego tylnego górnego stanowią ciągłość z włóknami prawego mięśnia płatowatego szyi (CF re-me-cl) i prawego mięśnia rylcowo-gnykowego (CF an-la-cp 3). Obie spirale łączą się również ze spiralami kończyny górnej.

Podczas wykonywania globalnych gestów motorycznych napięcia mięśniowo-powięziowe pochodzące z przyśrodkowej strony uda (CF an-me-cx) przenoszone są wzdłuż więzadła pachwinowego w kierunku strony bocznej (CF an-la-cx). Więzadło to stanowi miejsce przyczepu mięśnia skośnego zewnętrznego brzucha, którego powięź przenosi naprężenia z przedniej strony tułowia w kierunku dolnego odcinka kręgosłupa (CF re-la-lu).

Podczas wykonywania globalnych gestów motorycznych głęboka powięź pośladkowa łączy napięcia mięśni kulszowo-goleniowych (CF re-me-cx i CF re-la-cx) i przenosi je w kierunku powięzi mięśnia pośladkowego średniego, która stanowi ciągłość z mięśniami skośnymi brzucha (CF an-la-lu).

Ryc. 6.22a. Przebieg spiral ante-latero i retro-latero rozpoczynających się od lewego biodra, po czym wstępują w kierunku dolnego odcinka kręgosłupa, a następnie kończą się w okolicy głowy i szyi.

Podczas wykonywania globalnych gestów motorycznych CF an-me-cx łączy się z CF an-la-cx poprzez więzadło pachwinowe. Ten rodzaj trakcji, uzyskiwany za pomocą powięzi mięśnia skośnego zewnętrznego brzucha, wywołuje aktywację CF re-la-lu. Stąd spirala podąża poprzez powięź mięśnia najszerzego grzbietu na drugą stronę ciała (ryc. 6.22a), a następnie łączy się z powięzią obojczykowo-kruczo-pachową oraz kontralateralną przednią stroną powięzi szyi.

SPIRALNE WŁÓKNA KOLAGENOWE STRONY TYLNEJ TUŁOWIA



Ryc. 6.27. Spiralne włókna kolagenowe powięzi piersiowo-lędźwiowej. Na zdjęciu widać wyraźnie, w jaki sposób CF retro-medio-pelvis (1) pracuje w synergii z CF retro-latero-pelvis (2). Oba centra fuzji leżą wzdłuż przebiegu tych samych włókien kolagenowych, formując krótką spiralę tułowia.

SPIRALA RETRO-MEDIO-PES



4. Pochewka mięśnia krawieckiego tworzy końcową część spirali, realizując ruch przednio-boczny biodra: CF an-la-cx (ryc. 6.39).

3. Spirala kończyny dolnej podąża za włóknami kolagenowymi według wzorca „ósemki” opisanego przez Langa, wstępując w okolice gęsiej stopy, gdzie łączy się z pochewką mięśnia krawieckiego: CF re-me-ge (ryc. 6.41).

2. Odepchnięcie przodostopia w kierunku tylny-przyśrodkowy (retro-medio) determinuje odwodzenie i rotację zewnętrzną kostki, a mianowicie aktywację CF an-la-ta (ryc. 6.44).

1. Kiedy ruch helikoidalny angażuje troczek zginaczy, aktywowana zostaje spirala re-me-pe (ryc. 6.45).



Ryc. 6.35. Przedni przebieg spirali retro-medio-pes.

(z G. Chiarugi, L. Bucciante, *Istituzioni di Anatomia dell'uomo*, Piccin Nuova Libreria, Padova 1983, zmodyfikowane)

Ryc. 6.36. Tylny przebieg spirali retro-medio-pes.

(z G. Chiarugi, L. Bucciante, *Istituzioni di Anatomia dell'uomo*, Piccin Nuova Libreria, Padova 1983, zmodyfikowane)

SPIRALA RETRO-LATERO-PES



4 Mięsień obszerny pośredni przyczepia się ku dołowi od przegrody międzymięśniowej bocznej uda, skąd odchodzi głowa krótka mięśnia dwugłowego uda. Spirala kończy się w CF an-me-cx, biegnąc pod pochewką mięśnia krawieckiego.

3. Włókna kolagenowe w części tylnej powięzi goleni, wstępujące według wzorca „ósemki”, łączą ruch przednio-przyśrodkowy kostki (an-me-ta) z przyczepem końcowym mięśnia dwugłowego uda: CF re-la-ge (ryc. 6.42).

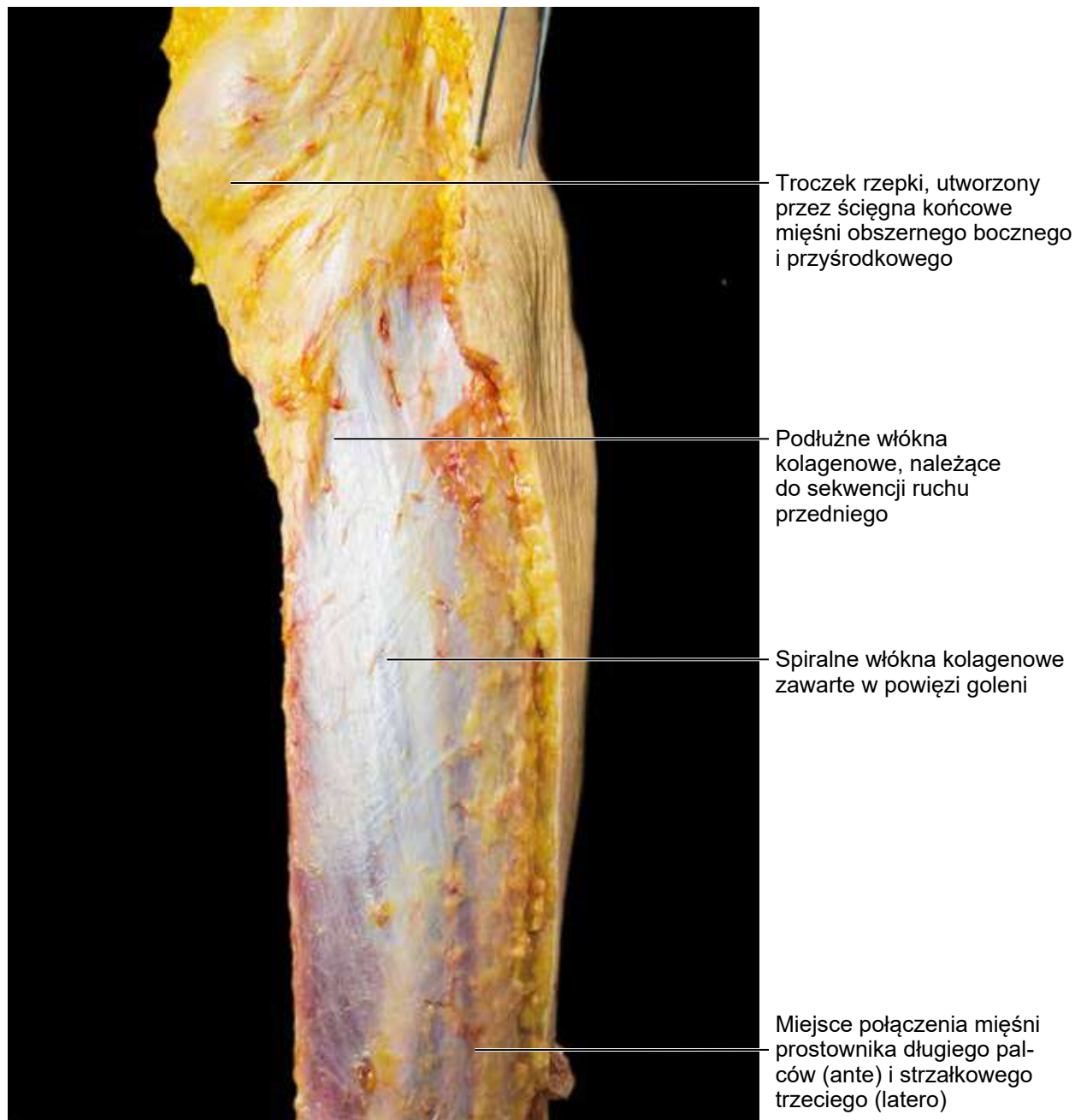
2. Pronacja stopy wywołuje zgięcie podeszwowe, przywiedzenie oraz rotację wewnętrzną w stawie skokowym górnym, czyli aktywację CF an-me-ta.

1. Ruch helikoidalny stopy dotyczy wielu zmiennych: jeśli kości śródstopia wykonują pronację, aktywowana zostaje spirala re-la-pe.



Ryc. 6.37. Przedni przebieg spirali retro-latero-pes.
(z G. Chiarugi, L. Bucciante, *Istituzioni di Anatomia dell'uomo*, Piccin Nuova Libreria, Padova 1983, zmodyfikowane)

Ryc. 6.38. Tylny przebieg spirali retro-latero-pes.
(z G. Chiarugi, L. Bucciante, *Istituzioni di Anatomia dell'uomo*, Piccin Nuova Libreria, Padova 1983, zmodyfikowane)



Ryc. 6.44. Spiralne włókna kolagenowe części bocznej powięzi goleni. Miejsce fuzji nigdy nie jest precyzyjnym punktem, jak w przypadku wektorowego centrum koordynacji; w rzeczywistości CF najczęściej zlokalizowane jest wzdłuż linii zbiegania się i połączenia wielu ścięgien, a zatem wielu sił interweniujących kolejno podczas wykonywania ruchów wielokierunkowych.

ZAKOŃCZENIE

Anatomowie i fizjolodzy podtrzymują, że mózg¹ programuje dany ruch ciała zgodnie z płaszczyzną przestrzenną, schematem lub globalnym gestem motorycznym, niemniej jednak podręczniki nadal przekazują informacje dotyczące ruchu jako czynności realizowanej przez pojedynczy mięsień.

Anatomowie i fizjolodzy przyznają, że aż około 40% włókien mięśniowych przyczepia się do sąsiadujących powięzi (Huijing P.A. 2003), niemniej jednak w atlasach mięśnia nadal pozostają „oczyszczane” z tkanki powięziowej.

Anatomowie i fizjolodzy doskonale wiedzą, że wrzecionka nerwowo-mięśniowe i narządy ścięgniste Golgiego stanowią kluczowy element w koordynacji mięśniowej (Gray H. 1993), niemniej jednak książki nadal wkładają te zakończenia nerwowe do tej samej grupy co proprioceptory.

Niniejszy atlas anatomii i fizjologii prezentuje układ lokomotoryczny nie z perspektywy badania pojedynczego mięśnia, nerwu czy kości, lecz analizuje tkankę mięśniową, tkankę powięziową i tkankę nerwową jako spójny element funkcjonalny (jednostka mięśniowo-powięziowa).

Atlas ten łączy ze sobą szeregowo ułożone jednokierunkowe jednostki mięśniowo-powięziowe kończyn oraz tułowia (sekwencja mięśniowo-powięziowa).

Celem treści zawartych w niniejszym atlasie nie jest zmienianie anatomii, lecz chęć przywrócenia układowi mięśniowo-szkieletowemu tkanki powięziowej wraz z jej włóknami kolagenowymi ułożonymi podłużnie, diagonalnie oraz spiralnie.

W atlasie uwzględniono podział ruchów na trzy podstawowe manifestacje:

- **ruchy jednokierunkowe.** Są to ruchy realizowane w trzech płaszczyznach przestrzennych; są one możliwe dzięki sześciu jednostkom mięśniowo-powięziowym zlokalizowanym w każdym segmencie ciała. Powieź pokrywająca brzusec mięśniowy jest połączona z omięsną, z którą łączą się wrzecionka nerwowo-mięśniowe jednokierunkowych jednostek motorycznych (CC). Jednokierunkowe jednostki mięśniowo-powięziowe są połączone podłużnie, formując sekwencje mięśniowo-powięziowe w celu zarządzania postawą całego ciała;
- **ruchy dwukierunkowe.** Są to ruchy realizowane w pośrednich zakresach między dwiema płaszczyznami przestrzennymi (ruch międzypłaszczyznowy); ruchy te odpowiadają schematom motorycznym każdego pojedynczego segmentu ciała. Jeśli wszystkie segmenty kończyny są przenoszone wzdłuż pośredniej trajektorii ruchu między dwiema sekwencjami m-p, to aktywują się przekątne mięśniowo-powięziowe. Powieź pokrywająca ścięgna (CF), związana z dwiema jednostkami mięśniowo-powięziowymi, zarządza ruchem przejścia z jednej płaszczyzny w drugą;
- **ruchy wielokierunkowe.** Są to gesty motoryczne poruszające segmentami ciała w przeciwnych kierunkach (np. chód, rzucanie, bieganie). Troczki kostek i nadgarstków odbierają niewielkie ruchy rąk i stóp, przenosząc je w kierunku mięśni bardziej proksymalnych. Śródpowięziowe włókna kolagenowe, ułożone spiralnie, zarówno w kończynach, jak i tułowiu, synchronizują gesty motoryczne różnych segmentów z całym ciałem.

Potrzebne są dalsze badania naukowe, aby lepiej wyjaśnić to nowe podejście do funkcjonowania układu ruchu. Niemniej jednak przeprowadzone

¹ Progowa stymulacja pojedynczego punktu kory ruchowej wywołuje odpowiedź mięśniową w wielu mięśniach według konkretnego schematu rzutowania (irradiacji), a nie skurcz pojedynczego mięśnia. (Gellhor E. 1949)

sekcje anatomiczne w świetle tychże propozycji dostarczają już na tym etapie solidnego wsparcia naukowego. Jeśli każda struktura ciała posiada swoje znaczenie, należy zatem zastanowić się, jakie funkcje pełnią wszystkie powięzie oraz włókna kolagenowe formujące olbrzymią część naszego organizmu.

Wyjaśnienia i treści zaprezentowane w tym atlasie nie wydają się być wyczerpujące, dlatego mamy nadzieję, że wzbudzą one ciekawość tych, którzy dysponują środkami i możliwościami, i będą chcieli lepiej udokumentować naukowo to, czego samą intuicją nie da się osiągnąć.

BIBLIOGRAFIA

- Atti IV Fascia Research Congress, Washington, September 2015.
- Baldissera F. Fisiologia e biofisica medica. Poletto, Milano, 1996.
- Benninghoff G. Trattato di anatomia umana. Piccin, Padova, 1986.
- Burkholder TJ. Mechanotransduction in skeletal muscle. *Front Biosci* 2007, Jan;1(12):174-91.
- Carroll AM, Biewener AA. Mono-versus biarticular muscle function in relation to speed and gait changes: in vivo analysis of the goat triceps brachii. *J Exp Biol* 2009, Oct;212(Pt 20):3349-60.
- Chaitow L. Fascial dysfunction, manual therapy approaches. Handspring, Edinburgh, 2014.
- Chalmers G. Re-examination of the possible role of Golgi tendon organ and muscle spindle reflexes in proprioceptive neuromuscular facilitation muscle stretching. *Sports Biomech* 2004, Jan;3(1):159-83.
- Chanaud CM, Pratt CA, Loeb GE. Functionally complex muscles of the cat hindlimb. II. Mechanical and architectural heterogeneity within the biceps femoris. *Clin Neurophysiol* 2013, Jan;124(1):114-9.
- Chiarugi G, Bucciante L. Istituzioni di anatomia dell'uomo. Vallardi-Piccin, Padova, 1975.
- Cronin NJ, af Klint R, Grey MJ, Sinkjaer T. Ultrasonography as a tool to study afferent feedback from the muscle-tendon complex during human walking. *J Electromyogr Kinesiol* 2011, Apr;21(2):197-207.
- Crossman AR, Neary D. Neuroanatomy, Elsevier S. Philadelphia, 2002.
- Denning D, Pauksht MV, Habelitz S, Rodriguez BJ. Piezoelectric properties of aligned collagen membranes. *Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2014, Feb;102(2):284-92.
- Diong J, Bilston LE, Gandevia SC, Lichtwark GA. The Journal of Physiology 2015, Jan;593(2):441-55.
- Downes L, Ashby P, Bugaresti J. Reflex effects from Golgi tendon organ (Ib) afferents are unchanged after spinal cord lesions in humans. *Neurology* 1995, Sep;45(9):1720-4.
- Drunen P, Maaswinkel E, van der Helm FC, van Dieën JH, Happee R. Identifying intrinsic and reflexive contributions to low-back stabilization. *J Biomech* 2013 May, 31;46(8):1440-6.
- English AW, Wolf SL, Segal RL. Compartmentalization of muscles and their motor nuclei: the partitioning hypothesis. *Phys Ther* 1993; 73:857-867.
- Findley T, Chaudhry H, Dhar S. Transmission of muscle force to fascia during exercise. *J Bodyw Mov Ther* 2015, Jan;19(1):119-23.
- Forsythe M, Zellner D, Cogan E, Parker S. Attractiveness difference magnitude affected by context, range, and categorization. *Perception* 2014;43(1):59-69.
- Fumagalli Z et al. Anatomia macroscopica dell'uomo. Piccin-Vallardi, 1974.
- Gellhor E. Proprioception and the motor cortex. *Brain*, 1949.
- Georgopoulos AP, et al. Neuronal population coding of movement direction. *Science* 1986, Sep 26;233(4771):1416-9.
- Gosling JA, Harris PF. Anatomie humaine. Atlas couleur. deBoeck, 2003.
- Gottschal JS, Nichols TR. Head pitch affects muscle activity in the decerebrate cat hindlimb during walking *Exp Brain Res* 2007, Sep;182(1):131-5.
- Gray H. Anatomia, Zanichelli, Bologna 1993.
- Gregory JE, Brockett CL, Morgan DL, Whitehead NP, Proske U. Effect of eccentric muscle contractions on Golgi tendon organ responses to passive and active tension in the cat. *J Physiol* 2002, Jan 1;538(Pt 1):209-18.
- Hammer W. Functional soft-tissue examination and treatment by manual methods. J Barlett, Massachussets, 2007.
- Hauk O, Johnsrude I, Pulvermuller F. Somatotopic representation of action words in human motor and premotor cortex. *Neuron* 2004, Jan 22;41:301-7.
- Heine H. Anatomical structure of acupoints. *J Tradit Chin Med* 1988, Sep;8(3):207-12.
- Herbert RD, Héroux ME. Changes in the length and three-dimensional orientation of muscle fascicles and aponeuroses with passive length changes in human gastrocnemius muscles. *J Physiol* 2015, Jan 15;593(2):441-55.
- Huijing PA, Maas H, Baan GC. Compartmental fasciotomy and isolating a muscle from neighboring muscles interfere with myofascial force transmission within the