

Citation: Czyrny Z (2021) On Tendinous Systems of Muscles - A Histology-US Correlation. J Surg 6: 1395. DOI: 10.29011/2575-9760.001395

O systemach ścięgnistych mięśni. Korelacja histologii i USG.

Zbigniew Czyrny

Praktyka prywatna, High-Med., ul. Kasprówicza 29 lok 2, 01-817 Warszawa, Polska

www.czyrny.pl , zbigniew.czyrny@wp.pl

Streszczenie

Cel pracy: określenie histologii systemu ścięgnistego mięśnia poprzecznie prążkowanego na podstawie własnych badań histologicznych w barwieniu Gomori i Azan mięśnia trójgłowego łydki szczura w przekrojach poprzecznych i podłużnych oraz ich korelacja z badaniami USG mięśni.

Materiał i metoda: poprzeczne i podłużne przekroje histologiczne mięśnia trójgłowego łydki szczura w barwieniu Gomori i Azan, badania USG wybranych mięśni.

Wyniki: Z badań przekrojów podłużnych włókien mięśniowych wynika, że system ścięgnisty włókna mięśniowego/mięśnia jest strukturą ciągłą, bez cech obecności złącz na końcach włókien mięśniowych czy gdziekolwiek indziej. Włókna ścięgna oddzielają się od niego w postaci dobrze zdefiniowanych pasm i na krótkim odcinku (stożek włókna mięśniowego) ulegają przekształceniu z tkanki łącznej zbitą jaką jest ścięgno, do tkanki łącznej luźnej o kratkowym układzie włókien jaką jest endomysium i perimysium. Endomysium jest więc powłoką łącznotkankową włókna mięśniowego opłaszczającą go całkowicie na całej długości. Na każdym poziomie błon granicznych z sarkomeru włókno mięśniowe przyczepia się do macierzy zewnątrzkomórkowej i za jej pośrednictwem do endomysium. W obrębie endomysium bieżą kapilary. Perimysium to pasma łącznotkankowe wzmacniające strukturę mięśnia i zespolone ściśle z endomysium. W obrębie perimysium bieżą naczynia i nerwy. Na końcach włókien mięśniowych nie widać żadnych wpustek ścięgnistych pomiędzy włókienkami. Wniosek stąd taki, że na końcach włókien mięśniowych nie ma dodatkowego złącza poza złączem mięśniowo-ścięgnistym ściennym

Wnioski: Na strukturę mięśnia składa się jego system ścięgnisty (ścięgna, endomysium, perimysium) oraz włókna mięśniowe. Włókna mięśniowe opłaszczone są na całej długości przez endomysium i wzmocnione przez perimysium. System ścięgnisty mięśnia jest ciągły – ścięgno (tkanka łączna zbita) ulega na poziomie włókien mięśniowych rozproszeniu do struktury tkanki łącznej luźnej o kratkowym układzie włókien (endomysium, perimysium). System ścięgnisty mięśnia jest kluczem do diagnostyki USG uszkodzeń mięśni, ponieważ to zawsze on ulega uszkodzeniu pierwszy w przypadkach urazów z rozciągnięcia. USG jest metodą z wyboru w diagnostyce uszkodzeń mięśni.

Słowa kluczowe: mięśnie, ścięgna, histologia, USG.

Definicje użytych w tekście pojęć:

Mięsień – całość jednostki mięśniowo-ścięgnistej od przyczepu (przyczepów) do przyczepu (przyczepów). Składa się głównie z tkanki łącznej zbitej (ścięgna) i luźnej o układzie kratkowym włókien (endomysium i perimysium) oraz włókien mięśniowych zespolonych z endomysium na całej swojej długości (złącza mięśniowo-ścięgniste ścienne) i na swoich końcach (złącze mięśniowo-ścięgniste terminalne).

Ścięgno – twór włóknisty zbudowany z tkanki łącznej zbitej o zabarwieniu białawo srebrzystym. Ścięgno jest elementem strukturalnym mięśnia, źródłem pochodzenia włókien endomysium i perimysium, które powstają poprzez rozproszenie włókien tkanki łącznej zbitej do tkanki łącznej luźnej o kratkowym układzie włókien.

Ścięgno składa się z odcinka nagiego (bez włókien mięśniowych) i odcinka brzuscowego (strefa dystrybucji włókien tworzących endomysium i perimysium).

Brzuscowy odcinek ścięgna (dawniej rdzeń ścięgnisty), jest to odcinek ścięgna, na którym włókna kolagenowe ulegają oddzieleniu od ścięgna i rozproszeniu do postaci tkanki łącznej luźnej opłaszczającej i zespolonej z włóknami mięśniowymi na całej ich długości i końcach jako endomysium oraz do tkanki łącznej luźnej o układzie kratkowym włókien wzmacniającej strukturę włókien jako perimysium.

Odcinek brzuscowy ścięgna może przebiegać:

- po powierzchni brzusca i wtedy nazywamy go półpierzastym – dystrybucja włókien endomysium i perimysium (EP) odbywa się po jednej stronie ścięgna, oraz
- we wnętrzu brzusca, wówczas nazywamy go pierzastym – dystrybucja włókien EP po wszystkich stronach ścięgna.

Brzusiec mięśniowy – strefa mięśnia, w której obecne są włókna mięśniowe powleczone endomysium i wzmocnione perimysium. Po powierzchniach i wewnątrz brzuśców przebiegają odpowiednio półpierzaste i pierzaste ścięgna oraz ścięgna drugorzędowe (dawniej półpierzaste i pierzaste rdzenie ścięgniste i rdzenie ścięgniste drugorzędowe).

Brzuscowy odcinek ścięgna (dawniej rdzeń ścięgnisty) – nieprzerwana kontynuacja nagiego ścięgna na poziomie brzusca mięśniowego lub ścięgno powstałe z bezpośredniego przyczepu

(bez odcinka nagiego). Dystrybutor włókien ścięgnistych endomysium i perimysium oraz w przypadkach wielu mięśni dystrybutor pierzastych z definicji ścięgien drugorzędowych.

Brzuscowy odcinek ścięgna może być półpierzasty i pierzasty. Odcinki pierzaste ścięgien są widoczne po rozpreparowaniu włókien mięśniowych, ponieważ biegną wewnątrz brzuśca. Często ścięgna początkowo półpierzaste stają się pierzaste na różnych poziomach mięśnia. W takich przypadkach miejsce gdzie „kończy się” ścięgno na powierzchni brzuśca nie jest końcem ścięgna. Od tego miejsca ścięgno biegnie śródmięśniowo i nie jest widoczne gołym okiem.

Ścięgno drugorzędowe (dawniej rdzeń ścięgnisty drugorzędowy) – pasmo ścięgniste oddzielające się od brzuscowego odcinka ścięgna, niebędące endomysium ani perimysium. Pierzasty z definicji (biegnie wewnątrz brzuśca), ostateczny dystrybutor włókien endomysium i perimysium.

Endomysium – tkanka łączna luźna o układzie kratkowym włókien powstająca na drodze rozproszenia włókien brzuscowych odcinków ścięgien lub z bezpośrednich przyczepów kostnych. Endomysium jest zespolone z każdym włóknem mięśniowym na całej jego powierzchni (również na jego końcach). Endomysium ludzkich mięśni poprzecznie prążkowanych jest zespolone z włóknem mięśniowym na ok. 500 poziomach na każdy milimetr długości; zawiera naczynia włosowate i nerwy.

Perimysium – powstające na drodze rozproszenia włókien brzuscowych odcinków ścięgien lub z bezpośrednich przyczepów kostnych pasma o strukturze tkanki łącznej luźnej i układzie kratkowym włókien, biegnące pomiędzy endomysium włókien mięśniowych i zespolone z endomysium. Pasma perimysium prowadzą naczynia krwionośne i nerwy.

Strefa EP – strefa endomysium i perimysium, czyli włókien mięśniowych w obrębie brzuśca mięśniowego – pomiędzy brzuscowymi odcinkami ścięgien lub rozległymi przyczepami kostnymi endomysium i perimysium (EP). W tej strefie wszystkie pasma tkanki łącznej endomysium i perimysium mają układ kratkowy włókien. Pojęcie strefy EP jest węższe w stosunku do brzuśca mięśniowego. Brzusiec mięśniowy zawiera również ścięgna, czyli pasma tkanki łącznej zbitej.

Przyczep EP – rozległy przyczep mięśnia poprzez włókna endomysium i perimysium via okostna bez formowania ścięgna.

System ścięgnisty mięśnia – ścięgna, endomysium i perimysium.

Stożek włókna mięśniowego – końce włókna mięśniowego. W tym rejonie włókno mięśniowe zwęża się w postaci stożka. Jest to strefa kompresji włókien endomysium i perimysium do postaci ścięgna i odwrotnie.

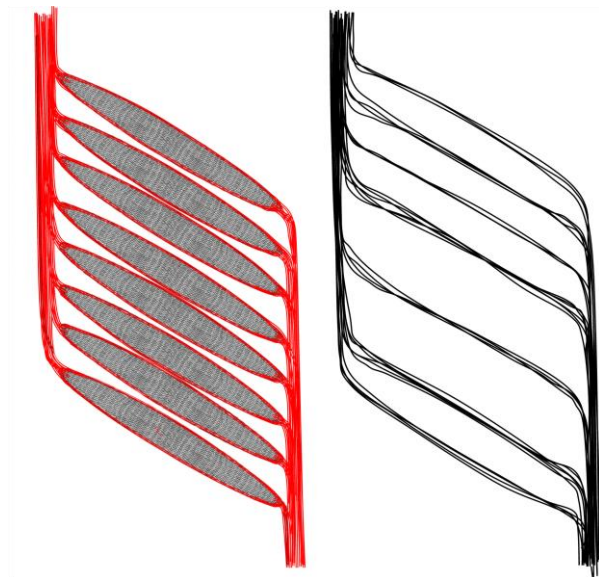
Złącze mięśniowo-ścięgniste ściennie (ZMSS) – połączenie włókien mięśniowych na każdym poziomie błony granicznej Z sarkomerów z endomysium na całej długości włókien mięśniowych. Strefa nocycepcji mięśnia. Ludzki mięsień poprzecznie prążkowany posiada ok. 500 poziomów złącz mięśniowo-ścięgnistych ściennych na każdy 1 mm swojej długości (co $2\mu\text{m}$).

Material i metoda:

Własne badania histologiczne mięśnia trójgłowego szczura w barwieniu Gomori i Azan oraz badania USG prawidłowych mięśni.

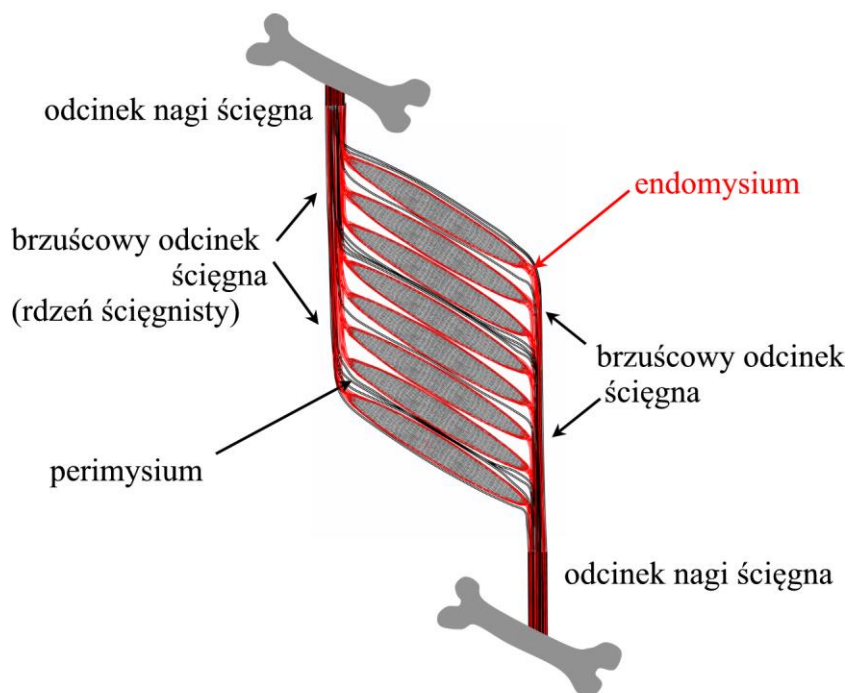
Były one analizowane aby potwierdzić lub zaprzeczyć wiedzę na temat systemów ścięgnistych mięśni.

System ścięgnisty mięśnia składa się ze ścięgien, endomysium i perimysium (ryc.1,2).



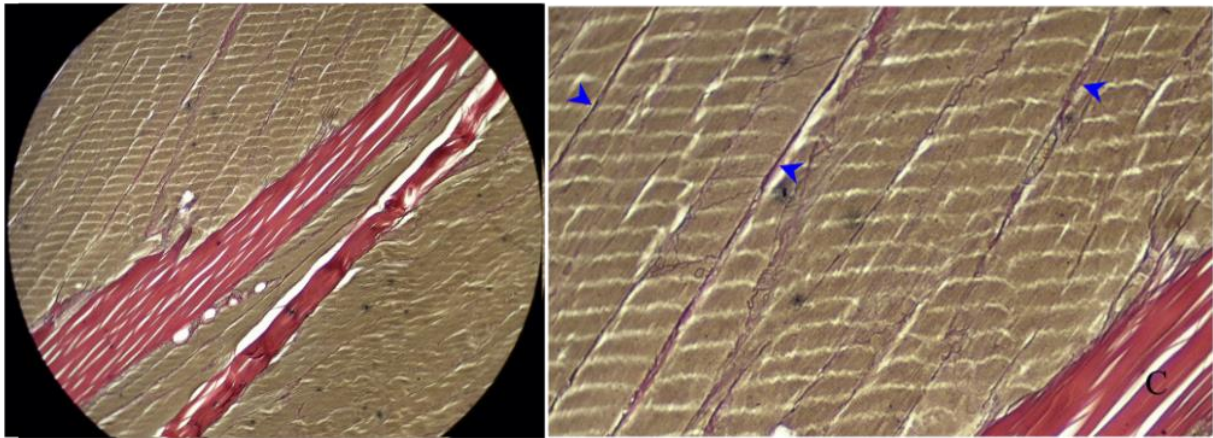
Ryc.1. Schematycznie na czerwono oznaczony system endomysium, na czarno system perimysium mięśnia. Separacja czysto teoretyczna. Za zgodą (1).

W obrębie dowolnego mięśnia poprzecznie prążkowanego rozumianego jako struktura pomiędzy przyczepami nie ma ani jednego miejsca gdzie nie byłoby tkanek systemu ścięgnistego. Tak więc mięsień jest ścięgnem rozwarstwionym na pewnym poziomie w celu opłaszczenia włókien mięśniowych (ryc.2).

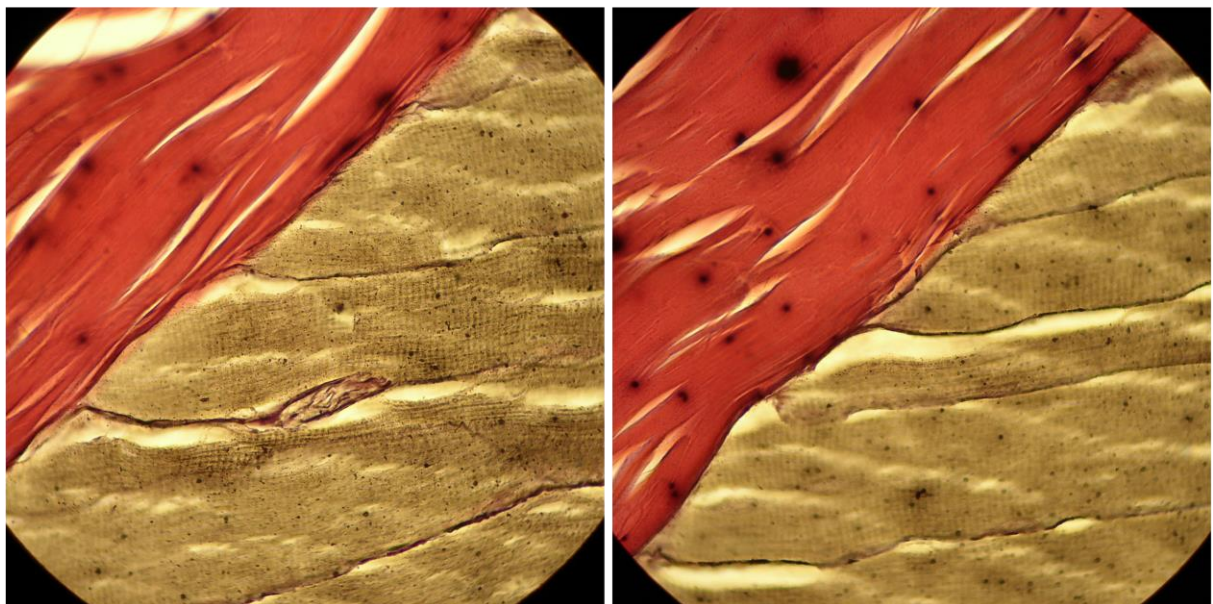


Ryc.2. Schemat budowy mięśnia. Endomysium (oznaczone na czerwono) i perimysium (oznaczone na czarno) powstają ze ścięgien, łączą nieprzerwanie przyczep bliższy z dalszym. Schemat przedstawia najprostszy model budowy mięśnia. Oba ścięgna (dawniej rdzenie ścięgniaste) biegną po powierzchni brzośca, zbierając/dystrybuując włókna po jednej stronie (półpierzaste). Za zgodą (1).

Preparaty histologiczne pokazują, że ścięgna tracą swoją masę wzdłuż brzośca (Ryc.3). Dzieje się tak dlatego, że włókna ścięgniaste oddzielają się od ścięgna i bez jakiegokolwiek złącza opłaszczają każde włókno mięśniowe jako tkanka łączna luźna (Ryc.4,5).

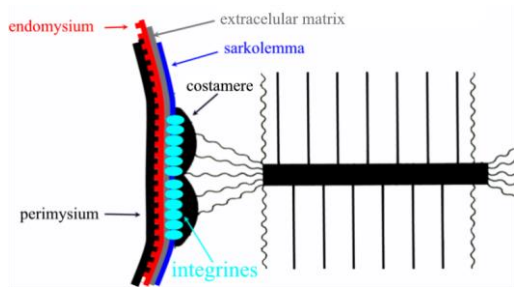


Ryc.3. Podłużny przekrój przez mięsień trójgłowy łydki szczura, barwienie Gomori. Włókna ścięgna i EP zabarwione na czerwono (C - ścięgno), mięśniowe na brązowo. Ścięgna stają się cieńsze z powodu „utruty” włókien dystrybuowanych jako endomysium i perimysium. Część grubszych pasm perimysium wyróżniona została niebieskimi grotami strzałek. Za zgodą (1).



Ryc.4. Podłużny przekrój przez m. trójgłowy łydki szczura, barwienie Gomori. System ścięgnisty – czerwony, włókna mięśniowe – brązowe. Na tych dwóch przekrojach przez sam środek włókna mięśniowego widać wyraźnie że na końcach włókien mięśniowych nie ma innego złącza poza złączami mięśniowo-ścięgnistymi ściennymi (ZMSS). Pasma ścięgna oddzielają się od niego i tworzą endomysium i perimysium bez żadnego złącza. Za zgodą (1).

Jedynym złączem mięśniowo-ścięgnistym mięśnia jest złącze mięśniowo-ścięgniste ścienne (ZMSS) (Ryc.5,6,7).



Ryc. 5. Schemat złącza mięśniowo-ścięgnistego ściennego (ZMSS) na poziomie błony granicznej Z sarkomeru.

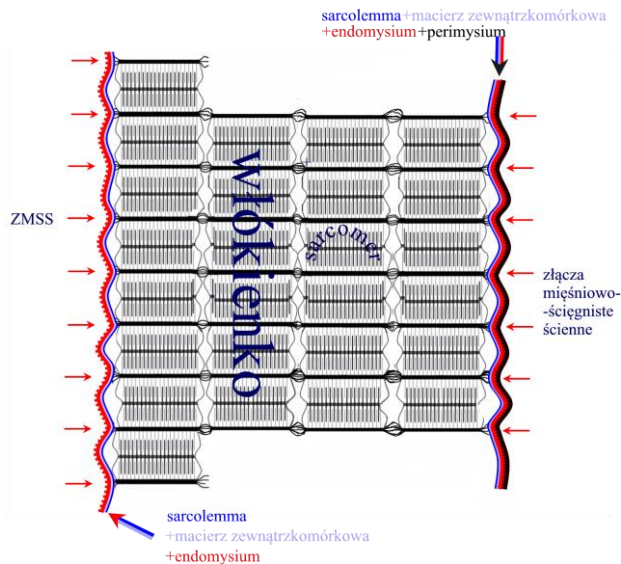
Podstawowym elementem/jednostką kurczliwą mięśnia jest sarkomer. O ile złącza mięśniowo-ścięgniste są elementami „sprzęgła” (przenoszenie siły skurczowej na system ścięgnisty mięśnia), to sarkomery są elementami „silnika” mięśnia. Składają się one z błon granicznych M z przytwierdzonymi do nich elementami miozyny oraz błon granicznych Z z przytwierdzonymi do nich elementami aktyny. Aktyna i miozyna odpowiadają za skurcz i relaksację sarkomeru/mięśnia. Błony graniczne M i Z połączone są ze sobą filamentami podłużnymi, które spełniają między innymi rolę podstawowych na tym poziomie elementów chroniących sarkomer przed nadmiernym wydłużeniem (4, 7).

Sarkomery łączą się jeden z drugim wzdłużnie poprzez wspólne błony graniczne Z tworząc długie „pociągi”, gdzie każdy „wagonik” pełni rolę lokomotywy. Takie pociągi sarkomerów tworzą struktury nazywane włókiem mięśniowym. Ich długość odpowiada długości całej komórki mięśniowej. Komórka mięśniowa ma zdolność dokładania/wycinania sarkomerów do/z włókienek mięśniowych.

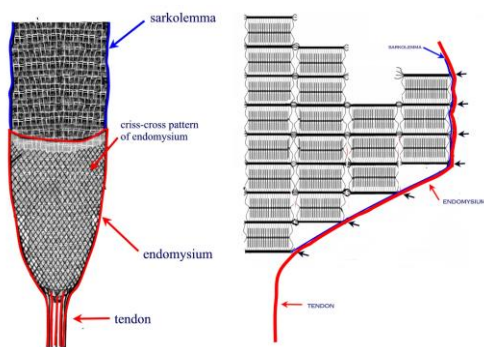
Włókienka mięśniowe połączone są ze sobą i do ściany komórkowej za pośrednictwem filamentów pośrednich poprzecznych na tych samych poziomach błon granicznych (ryc. 1). Tak połączone tworzą włókna mięśniowe poprzecznie prążkowane (*myofibra transversostriata*) lub komórki mięśniowe.

W celu przyczepu włókienek mięśniowych do błony sarkoplazmatycznej (sarkolemy) i dalej do endomysium, kompleks filamentów pośrednich poprzecznych przyczepia błonę Z sarkomeru do kompleksu białkowego o nazwie kostamer, który bezpośrednio łączy się z sarkolemą. Zespolona z kostamerem integryna (kompleks białek) zespala sarkolemmę z macierzą zewnątrzkomórkową i endomysium (ryc.2,3). Jest to faktycznie system złącza mięśniowo-ścięgnistych (ryc.4,6) nazwany przez autora złączem mięśniowo-ścięgnistym ściennym (ZMSS). Złącza te stanowią główne sprzęgło, za pomocą którego siła skurczu

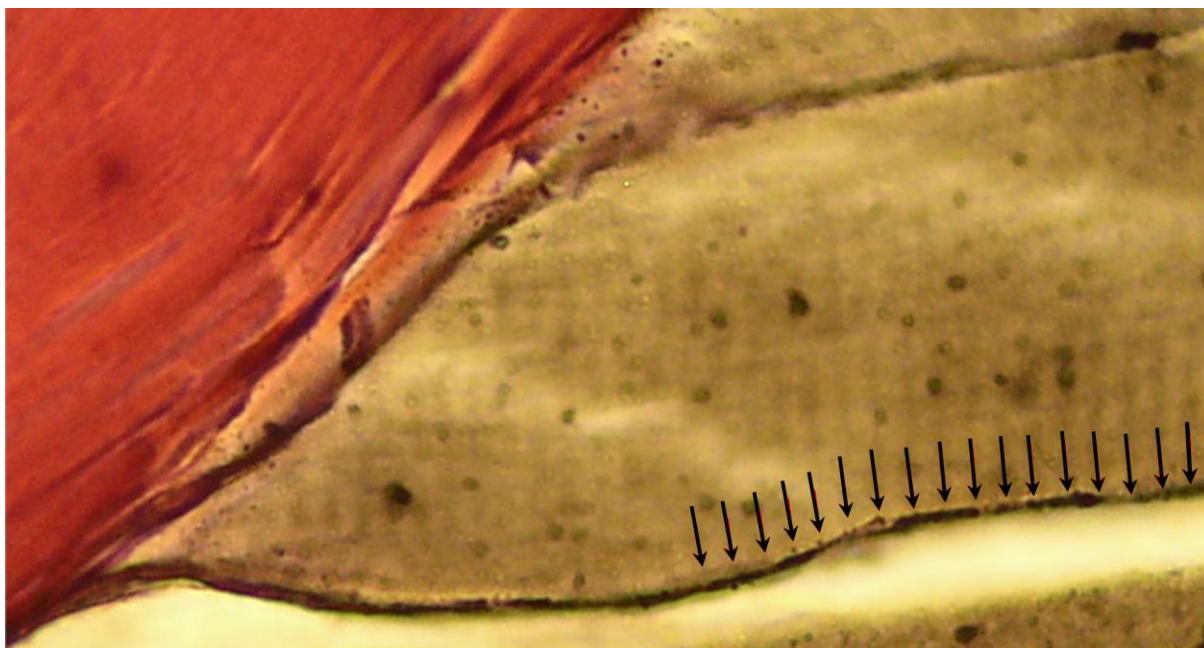
włókienek mięśniowych przekładana jest na system ścięgnisty mięśnia poprzez endomysium. Tak więc sarkomer, skracając się podczas skurczu, przekłada jego siłę (Ryc.) na każdym poziomie błony granicznej Z na ścięgniste endomysium (3, 4, 6), zespolone z nim perimysium, dalej na ścięgno, przyczep mięśnia lub bezpośrednio na przyczep mięśnia EP.



Ryc.6. Złącza mięśniowo-ścięgnowe ścienne (ZMSS) włókna mięśniowego na poziomie każdej błony granicznej Z sarkomeru. Za zgodą (1).



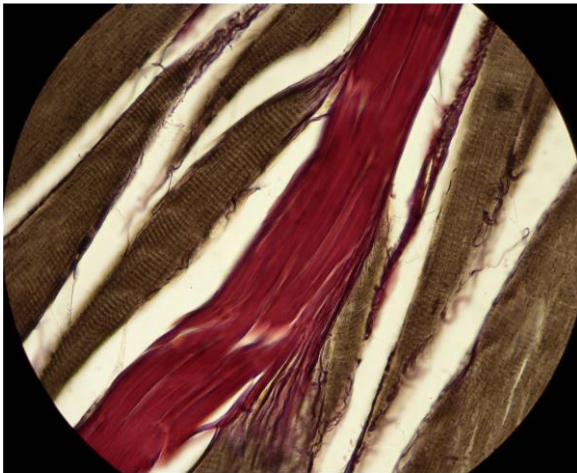
Ryc.7. System ścięgnisty na poziomie stożka włókna mięśniowego – endomysium przekształca się w pasma ścięgnowe w zwężającym się stożkowato końcowi włókna mięśniowego. Strefa przejściowa ze ścięgna w endomysium. Zwęża się ono na końcach w tym celu aby włókienka położone wewnątrz włókna mogły się przyczepić do endomysium przez macierz zewnątrzkomórkową – złącza mięśniowo-ścięgnowe ścienne.



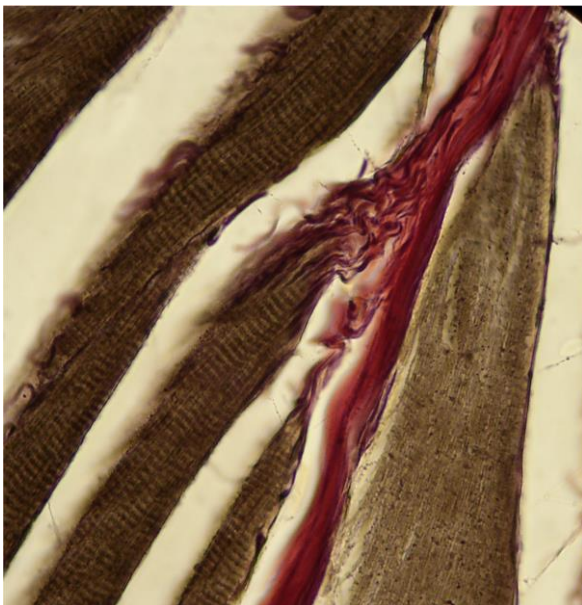
Ryc.8. Podłużny przekrój przez mięsień trójgłowy łydki szczura, barwienie Gomori. Powiększenie ryciny 4. Czarne strzałki wskazują część złączy mięśniowo-ścięgnistych ściennych. Ten przekrój pokazuje jasno to, że włókienka mięśniowe przyczepiają się do endomysium bezpośrednio bez jakiegokolwiek dodatkowego złącza na końcach włókien mięśniowych. W mikroskopie świetlnym na końcach włókien nie widać dodatkowych wpustek ścięgnistych pomiędzy włókienka. Końce włókien mięśniowych zwężają się tworząc “stożek”, do którego przyczepiają się wszystkie wewnętrzne włókienka. Za zgodą (1).

Koniec włókna mięśniowego (stożek) pokazuje ciekawą cechę systemu ścięgnistego. Na poziomie stożka widoczne są podłużne pasma tkanki łącznej na przekrojach podłużno-skośnych poprowadzonych przez powierzchnię stożka (Ryc.9,10). Ten fenomen może być zinterpretowany w jeden sposób. Stożek jest miejscem gdzie tkanka łączna luźna powlekająca całe włókno ulega kompresji do tkanki łącznej zbitiej poprzez tworzenie pasm tkanki łącznej zbitiej i dalej ścięgna. Wyraźnie widać tworzące się pasma ścięgna, które dalej łączą się w lite ścięgno. Tak więc koniec włókna mięśniowego (stożek) jest strefą przejściową pomiędzy tkanką łączną zbitą i luźną.

W rejonie stożka poza złączem mięśniowo-ścięgnistym ściennym dochodzi dodatkowy mechanizm. Filamenty aktynowe są z jednej strony zespolone z błoną graniczną Z, zaś z drugiej, zamiast przeplatać się z filamentami miozynowymi, penetrują przez sarkolemmę do macierzy zewnątrzkomórkowej zupełnie tak jak integryny ().



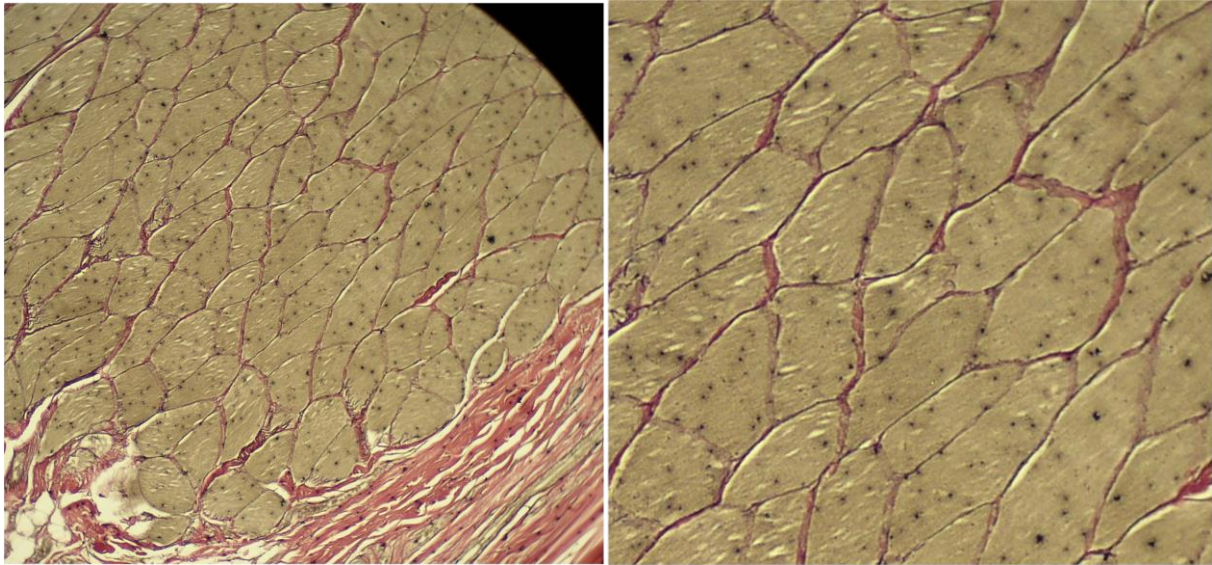
Ryc.9. Podłużny przekrój przez mięsień trójgłowy łydki szczura, barwienie Gomori. Włókna ścięgna i EP zabarwione na czerwono, mięśniowe na brązowo. Endomysium i perimysium w strefie stożka prezentuje się jako struktura o podłużnych paskach czerwonych/jasnobrażowych, które dalej jako pojedyncze pasma dołączają do ścięgna tworząc jego litą strukturę. Za zgodą (1).



Ryc.10. Podłużny przekrój przez mięsień trójgłowy łydki szczura, barwienie Gomori. Włókna ścięgna i EP zabarwione na czerwono, mięśniowe na brązowo. Endomysium i perimysium w strefie stożka prezentuje się jako struktura o podłużnych paskach czerwonych/jasnobrażowych, które dalej jako pojedyncze pasma dołączają do ścięgna tworząc jego litą strukturę. Za zgodą (1).

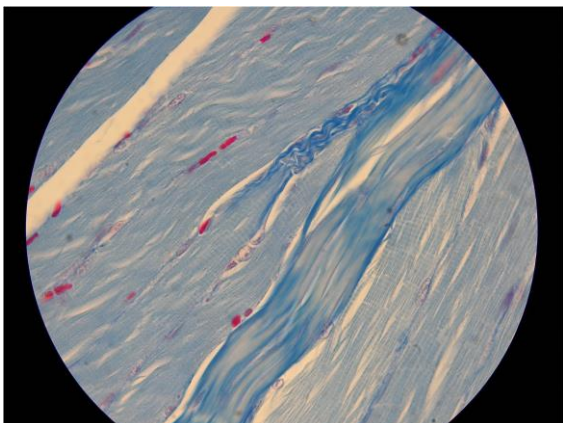
Przekroje poprzeczne mięśnia pokazują endomysium wokół każdego włókna, które co kilka

włókien mięśniowych jest wzmocnione przez perimysium (Ryc.11).

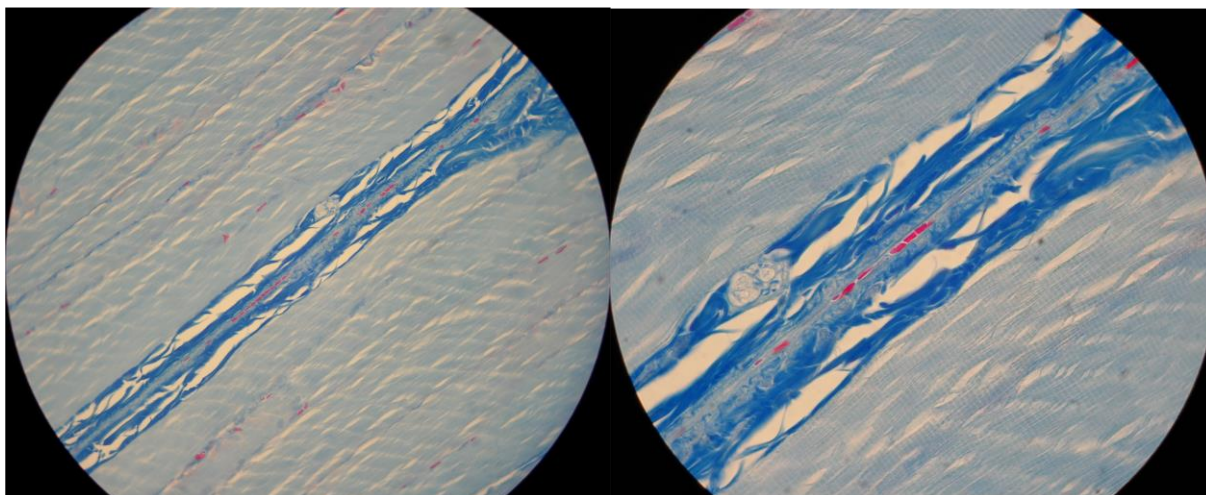


Ryc.11. Poprzeczny przekrój histologiczny mięśnia trójgłowego łydki szczura, barwienie Gomori. Włókna ścięgna zabarwione na czerwono, mięśniowe na brązowo. Każde włókno mięśniowe otoczone endomysium. Grubsze pasma odpowiadają strefom wzmocnionym perimysium. Obraz prawy – powiększenie centralnej strefy obrazu lewego. . Endomysium i perimysium w strefie stożka prezentuje się jako struktura o podłużnych paskach czerwonych/jasnobrązowych, które dalej jako pojedyncze pasma dołączają do ścięgna tworząc jego litą strukturę. Za zgodą (1).

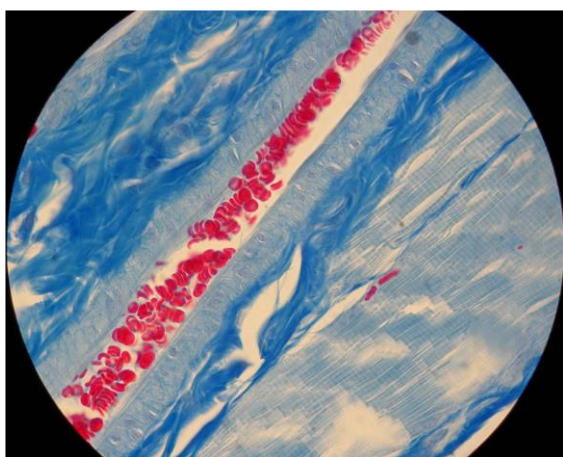
Na ryc.12 przekrój podłużny mięśnia trójgłowego łydki, barwienie Azan. W tym barwieniu erythrocyty wewnątrz kapilar endomysium są widoczne w swoim oryginalnym kolorze. Ciekawe jest, że erythrocyty widoczne są również w ścięgnie. To oznacza, że przynajmniej w sąsiedztwie włókna mięśniowego ścięgno jest zaopatrywane w krew z endomysium.



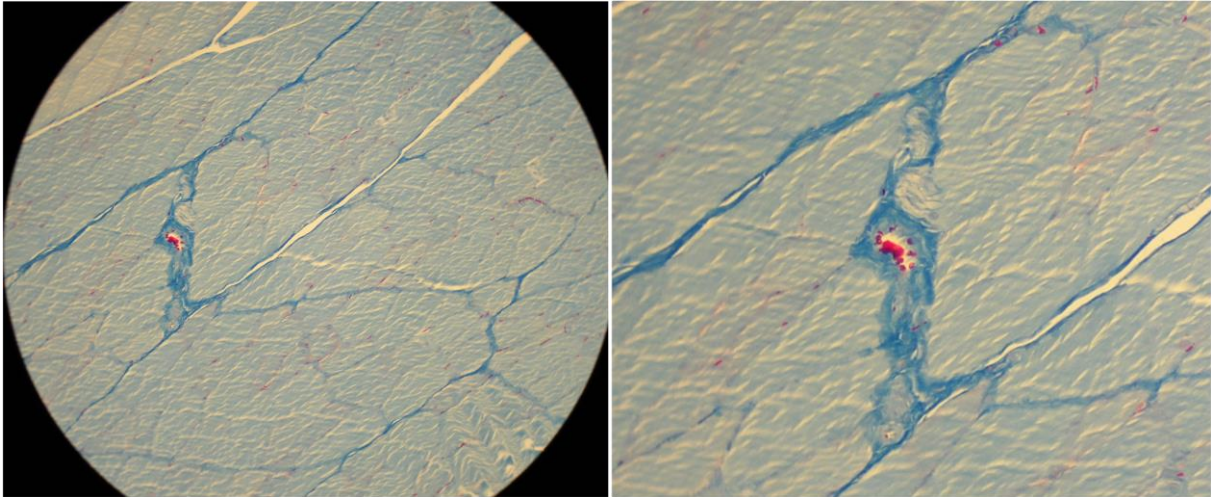
Ryc.12. Podłużny przekrój histologiczny mięśnia trójgłowego łydki szczura, barwienie Azan. Ścięgna, ściany naczyń krwionośnych i włókna mięśniowe zabarwione na niebiesko z różną intensywnością barwy. Czerwone owalne/wydłużone elementy – erytrocyty w naczyniach włosowatych (wewnątrz endomysium i ścięgna). Endo- i perimysium dołączają do ścięgna. Za zgodą (1).



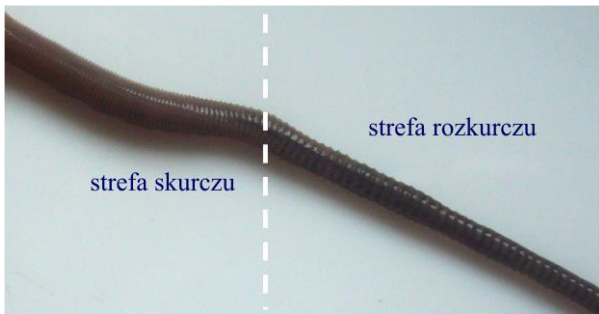
Ryc. 13. Podłużny przekrój histologiczny mięśnia trójgłowego łydki szczura, barwienie Azan. Ścięgna, ściany naczyń krwionośnych i włókna mięśniowe zabarwione na niebiesko z różną intensywnością barwy. Na tej rycinie nie ma ścięgna, naczynie biegnie równoległe do włókien mięśniowych wewnątrz wzmacniającego pasma perimysium. Czerwone owalne/wydłużone elementy – erytrocyty w naczyniu krwionośnym i włosowatych. Obraz prawy – powiększenie centralnej strefy obrazu lewego. Za zgodą (1).



Ryc.14. Podłużny przekrój histologiczny mięśnia trójgłowego łydki szczura, barwienie Azan. Obraz większego niż na rycinie poprzedniej naczynia krwionośnego biegnącego w grubej otulinie perimysium. Za zgodą (1).



Ryc.15. Poprzeczny/skośny przekrój histologiczny mięśnia trójgłowego łydki szczura, barwienie Azan. Ściągna, ściany naczyń krwionośnych i włókna mięśniowe zabarwione na niebiesko z różną intensywnością barwy. Czerwone – erytrocyty. Grube relatywnie ciemniejsze niebieskie pasma odpowiadają obecności perimysium. Duże naczynie wewnątrz grubego pasma perimysium (powiększenie po stronie prawej). Wiele erytrocytów rozsianych pomiędzy włóknami mięśniowymi w naczyniach włosowatych. Za zgodą (1).



Ryc.16. Fotografia dżdżownicy – idealny model włókna mięśniowego. W strefie rozkurczu pierścienie są długie i wąskie, w skurczu – krótkie i grube. Za zgodą (1).

Ciekawą cechą włókna mięśniowego jest to, że jedyne włókienka mięśniowe przekazujące moc bezpośrednio do endomysium (poprzez ZMSS) to te, które leżą na obwodzie włókna. Wszystkie pozostałe włókienka mięśniowe przekazują moc na ZMSS pośrednio poprzez bardziej obwodowo położone włókienka oraz w strefie stożka, na końcach włókna.

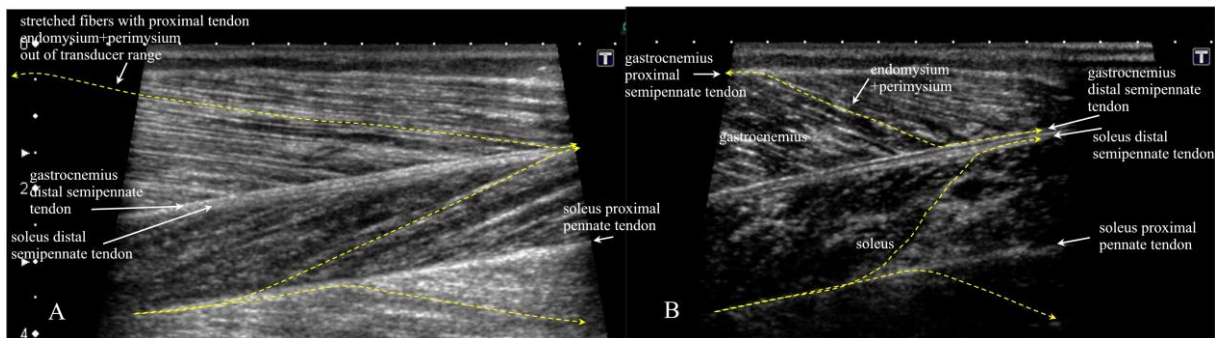
W strefie stożków obecne są wszystkie cztery typy zakończeń nerwowych: ciała Ruffiniego i

Vater-Paccini, aparaty Golgiego oraz wolne zakończenia nerwowe (3). To dowodzi, że stożek jest centrum propriocepcji włókien mięśniowych.

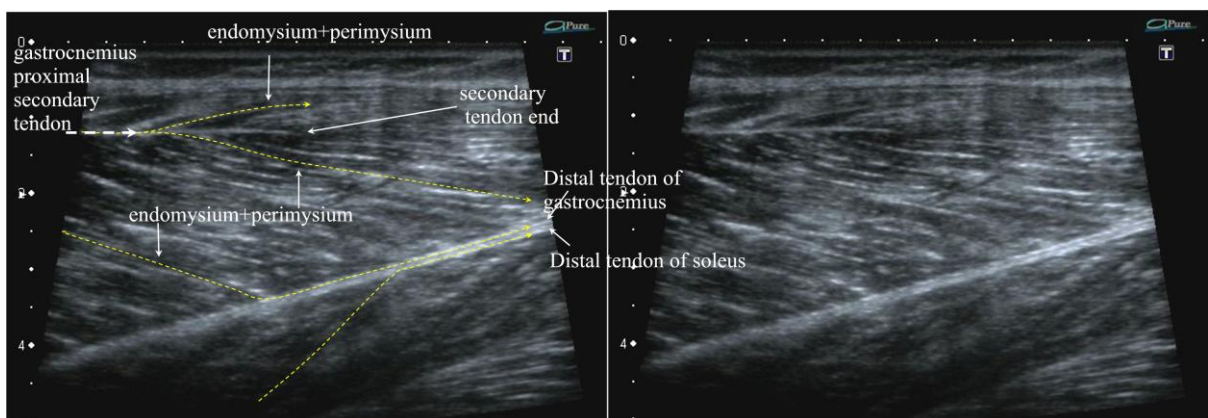
Korelacja histologia-USG

Cały system ścięgniasty mięśnia obrazuje się doskonale w badaniu USG. Ścięgna jak i perimysium+endomysium pokazują się w zrelaksowanym mięśniu jako hyperechogenne linie o różnej grubości. Mięśnie szkieletowe dają obraz 0,1-0,4mm hypoechogennych pasm pomiędzy hyperechogennymi liniami E+P, a to odpowiada 4 do 16 włókien mięśniowych (w zależności od rozmiaru włókna mięśniowego) na ciemne pasmo pomiędzy endomysium+perimysium w pozycji neutralnej zrelaksowanego mięśnia.

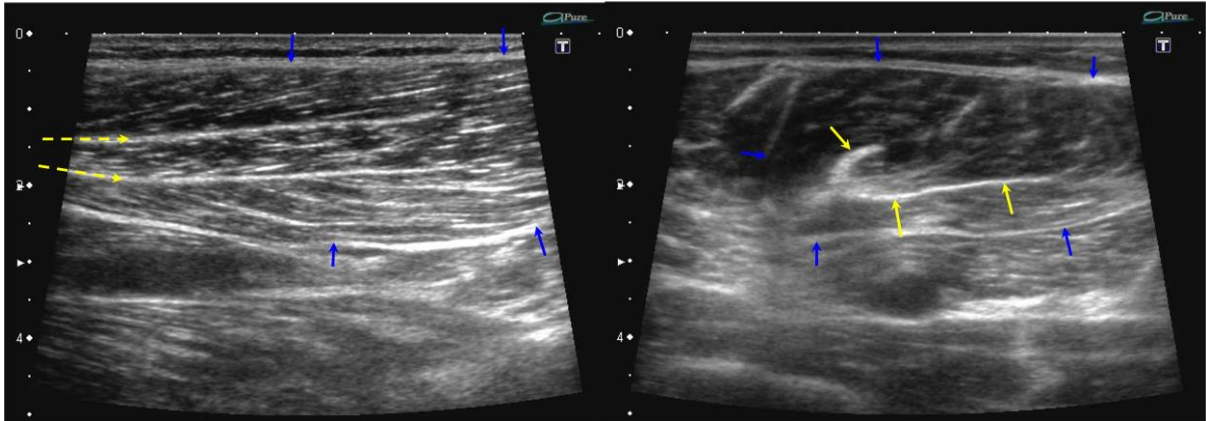
Ryciny 17,18,19 pokazują strukturę systemu ścięgniastego w USG wybranych mięśni.



Ryc.17. Przekrój podłużny mięśnia trójgłowego łydki w badaniu USG. Kiedy mięśnie są rozciągnięte widoczne są głównie jasne linie endomysium+perimysium (E+P) łączące ścięgna. Pomiędzy nimi widoczne są ciemne pasma włókien mięśniowych. Kiedy mięsień się kurczy jasne linie E+P są rzadsze i grubsze; miejscami nie widać pasm E+P. Dzieje się tak dlatego, że rozciągnięte włókno mięśniowe jest gładkie (dobrze odbija ultradźwięki), a skurczone o nieregularnej powierzchni (odbija ultradźwięki wielokierunkowo, również poza detektor).



Ryc.18. Przekrój podłużny USG głowy przyśrodkowej m. brzuchatego łydki. Wariant anatomiczny – obecność drugorzędowego ścięgna bliższego biegnącego śródmięśniowo – pierzastego.



Ryc.19. Podłużny (lewy) i poprzeczny (prawy) obraz dystalnego odcinka ścięgna bliższego m. półbłoniastego. Niebieskie strzałki – brzegi brzośca mięśniowego, żółte strzałki ścięgno bliższe. Zarówno ścięgno jak i włókna mięśniowe wokół niego ulega często zerwaniu w urazach z rozciągnięcia.

Wyniki:

Kiedy patrzymy na preparaty histologiczne, jest jasne, że system ścięgniasty mięśnia jest strukturą ciągłą, bez żadnych złączy. Na końcach włókien mięśniowych (stożek) nie ma żadnego innego poza złączeniem mięśniowo-ścięgnistym ściennym (ZMSS). Stożek jest strefą transformacji włókien ścięgnistych. Na poziomie brzośca mięśniowego od ścięgna odwarstwiają się dobrze zdefiniowane pasma włókien kolagenowych, które po transformacji opłaszczają całe włókno mięśniowe i przyczepiają się do niego wyłącznie za pomocą złącza mięśniowo-ścięgnistego ściennego.

Dyskusja:

Powszechnie akceptowana w literaturze i wykładach, że mięsień szkieletowy jest zbudowany tak: ścięgno-złącze mięśniowo-ścięgniste-mięsień-złącze mięśniowo-ścięgniste-ścięgno (4). Moje badania pokazują, że system ścięgniasty mięśnia jest strukturą ciągłą, bez złączy. Jedynym złączeniem mięśniowo-ścięgnistym mięśni jest złącze mięśniowo-ścięgniste ścienne.

Wnioski:

Systemy ścięgniste mięśni są strukturami ciągłymi i są kluczem do zrozumienia ich zerwań z rozciągnięcia.

System ścięgnisty mięśnia jest doskonale widoczny w badaniu USG . Wiedza o tym jakie ścięgna ma jaki mięsień otworzy drogę do dobrej diagnozy. USG jest najlepszą z metod obrazowania struktury anatomicznej i uszkodzeń mięśni.