

Diagnostyka ultrasonograficzna mięśni kończyny dolnej na przykładzie wybranych grup mięśniowych.

USG diagnostic imaging of selected lower limb muscles.

Zbigniew Czorny
Carolina Medical Center, Warszawa

Streszczenie: Ultrasonografia i rezonans magnetyczny są jedynymi metodami stosowanymi w praktyce klinicznej diagnostyki obrazowej uszkodzeń mięśni. W zależności od lokalnej dostępności i doświadczenia lekarza obie metody są z powodzeniem stosowane.

Ultrasonografia ma przy tym więcej zalet od rezonansu magnetycznego. Jest tańsza, ma podobną do rezonansu magnetycznego czułość i specyficzność, daje możliwość szybkiego porównania do strony zdrowej (również dynamicznie) oraz podjęcia natychmiastowej ewakuacji krwiaka jeżeli zajdzie taka potrzeba. Żeby diagnostykę tego typu wykonać sprawnie i pewnie należy pamiętać o bardzo dokładnej anatomii tomograficznej i schematach diagnostycznych przy najczęstszych uszkodzeniach mięśni. Dobry sprzęt diagnostyczny bardzo ułatwia postawienie precyzyjnej diagnozy. Oba te elementy pozwalają przewidzieć jak dany mięsień lub grupa mięśni ulega uszkodzeniu co znacznie ułatwia diagnostykę i pozwala na wiarygodne rozpoznanie lub wykluczenie patologii.

Mięśnie w dużym uproszczeniu składają się z dwóch typów tkanek – tkanki mięśniowej i jej szkieletu - tkanki łącznej. Przyzwyczajeni do schematów anatomicznych skłonni jesteśmy myśleć, że ścięgna kończą się, potem jest mięsień i potem znowu ścięgno. Jest to zbyt duże uproszczenie. Należy pamiętać, że ścięgna „nie kończą się” ale przebiegają przez całą objętość mięśnia. Ponadto ścięgna mają bardzo różną grubość i architekturę. Można zaryzykować twierdzenie, że uszkodzenia mięśni są przede wszystkim uszkodzeniami ścięgien tych mięśni. Pasma ścięgniaste są rozproszone po całym brzuścu mięśniowym i na różnych poziomach tworzą różnie ukształtowane zwarte, silne pasma nazywane na potrzeby tego artykułu „rdzeniami ścięgnistymi”. Rdzenie ścięgniaste są pasmami będącymi bezpośrednim przedłużeniem ścięgien mięśni biegnących do przyczepu kostnego.

Typowymi miejscami uszkodzeń mięśni są miejsca odejścia włókien od rdzenia ścięgnistego w kierunku brzuśca i/lub sam rdzeń ścięgnisty. Istnieje wiele typów ścięgien różniących się morfologią, długością, wytrzymałością i lokalizacją. Jeden typ rdzenia ścięgnistego „zanurza” się w postaci silnego pasma ścięgnistego do wnętrza brzuśca, drugi typ to rdzeń ścięgnisty biegnący na powierzchni brzuśca. Wiele mięśni prezentuje oba te typy ścięgien. Tak więc istnieją różne, jednak powtarzalne uszkodzenia mięśni w obrębie tych samych, a czasami nawet zupełnie różnych, jednak anatomicznie podobnych grup mięśniowych. Obraz uszkodzenia tego samego mięśnia może być zupełnie inny, w zależności od jego poziomu. Artykuł ten prezentuje pewne, poparte przykładami koncepcje dotyczące uszkodzeń najczęściej kontuzjowanych mięśni w kontekście anatomii ich rdzeni ścięgnistych i schematów uszkodzeń.

Słowa kluczowe: uszkodzenie mięśni, USG

Summary: Ultrasonography and magnetic resonance imaging are the only two imaging methods practically used for muscle tears detection. Depending on local availability, doctor's preference and ability both methods are in successful use nowadays.

Ultrasonography has some advantages over magnetic resonance. It is much cheaper, has similar to MRI sensitivity and specificity, gives an opportunity to compare dynamically with unaffected side and undertake haematoma drainage if needed. To do this right one must know detailed muscle anatomy and muscle tear patterns. Both elements allow to predict how a muscle is torn and therefore depict or rule out the lesion without a doubt.

Muscles are basically made of two types of tissue – myofibres and their skeleton – connective tissue. It is important to bear in mind that tendons “never end”. They may also differ in thickness and architecture. In fact all muscle tears are primarily tendinous tears. Tendon fibers are “diffused”

within a muscle and at different levels form compact stripes called by the author "core" tendons for the purpose of this paper. Core tendons are strong fiber bundles which eventually form tendons that run towards their bony attachment. Typical sites of muscle tears are junctions between a core tendon and smaller fibers that spread into the muscle belly or/and a core tendon itself.

There are many types of muscles with different tendon morphology, length, strength and location. Some core tendons dive into the muscle belly, some stay on the muscle surface, some do both. Most muscles have both core tendon types. So diagnostically important result of such anatomical approach is the fact that different muscles have different from one another but very repetitive within the same muscle anatomical type tear patterns depending very much on muscle level. This paper is a presentation of most frequently torn muscle groups in the context of their core tendons anatomy and their tear patterns as well as other than stretch-type muscle contusions.

Zarys anatomii i histologii mięśni

Mięśnie szkieletowe składają się w ogólnym zarysie z tkanki mięśniowej poprzecznie prążkowanej, tkanki łącznej, nerwowej i nabłonkowej. Elastyczność włókien mięśniowych ma bardzo szeroki zakres. O ile za punkt wyjścia przyjmujemy włókno w stanie spoczynku to skurcz skraca jego długość do 60%, a rozciąganie zwiększa jego długość do 140% (Ostrowski i wsp.). Oczywiście nie jest możliwe żeby np. mięsień prosty uda z długości mniej więcej odpowiadającej długości kości udowej był w stanie rozciągnąć się do długości przekraczającej wymiar całej kończyny dolnej. Ograniczenie to zawdzięczamy tkance łącznej ścięgnistej mięśnia, której sprężystość jest niewielka; pod wpływem rozciągania tkanka ta wydłuża się bez uszkodzenia do 4% swojej wyjściowej długości przy spoczynkowym napięciu mięśnia (Bochenek&Reicher). Brak jest pełnej zgodności co do nazewnictwa budowy mięśni. Z histologicznego punktu widzenia tkanka mięśnia składa się z (Ostrowski i wsp., Bochenek i Reicher):

- Włókien mięśniowych poprzecznie prążkowanych (myofibra transversostriata) będących wielojądrazymi tworam różnicującymi się z mioblastów. Mają one grubość ok. 10-100 mikrometrów, a długość od 1mm do kilkunastu cm. Włókno mięśniowe otacza cienka błona – sarkolemma. Składa się ona z błony plazmatycznej i błony podstawnej. Błona podstawna włókna mięśniowego opleciona jest siateczką włókienek kratkowych będących rozgałęzieniem włókien kolagenowych pierwotnych dochodzących do włókna mięśniowego w postaci drobnych pęczków ścięgnistych (w istocie są to ostateczne rozgałęzienia ścięgniste).

Muscles anatomy and histology overview

Skeletal muscles consist of muscular, connective, nervous and epidermal tissues. Muscle fibers are extremely elastic. They can shrink down by 60% and elongate by 140% of their original length (Ostrowski et al.) measured at rest. It is a common knowledge that, for example, a rectus femoris muscle would not become longer than the length of the whole lower limb if stretched. Muscle's elongation is limited by the connective/tendinous tissue which elasticity is estimated as 4% of it's original length (Bochenek&Reiter).

Histology divides muscles into (Ostrowski et al., Bochenek&Reiter):

- Muscle fibers (myofibra transversostriata) which are multinuclear structures differentiating from myoblasts. They are approx. 10-100 μ m thick, and 1mm to – teen cm long. A myofibril is surrounded by a thin membrane – sarkolemma. It consists of plasmatic membrane and basal membrane. They are surrounded by a fine network of collagen fibers which are continuous with collagen fibrils (in fact they are the end-stage of the tendon).
- Endomysium consisting of fine collagen fibrils and rich in vessels and nerves loose connective tissue which binds myofibers into primary bundles.
- Perimysium internum which is a connective bond between primary muscular bundles and forms them into larger units.
- Perimysium externum which is seen in larger muscles

- Śródmięśnej (endomysium) utworzonej przez włókienka kratkowe wraz z obficie unaczynioną i unerwioną tkanką łączną luźną spajającą włókna mięśniowe w ich zgrupowania - pęczki pierwotne.
- Omięśnej wewnętrznej (perimysium internum), będącej łącznotkankowym spoiwem poszczególnych pęczków pierwotnych włókien mięśniowych w większe jednostki.
- Omięśnej zewnętrznej (perimysium externum), występującej w większych mięśniach i tworzącej grubsze niż omięśna wewnętrzna pasma. Ma ona bardziej niż omięśna wewnętrzna zbitą strukturę.
- Namięśnej (epimysium), będącej bezpośrednią kontynuacją omięśnej. Namięśna otacza całość brzośca mięśniowego i jest luźno powiązana z powięzią.
- Ścięgna (tendo).
- Powięzi (fascia) stanowiącej łącznotkankową błonę otaczającą cały mięsień lub grupy mięśni będąc z tymi strukturami luźno powiązaną.

Włókna ścięgna biegną w kierunku przyczepów i wnikają w łącznotkankowe utkanie miejsca przyczepu – w chrząstkę, okostną, powięź, torebki stawowe, czy tkankę kostną pod postacią włókien Sharpeya (Bochenek i Reiter).

W skrócie schemat budowy mięśnia można ująć w prosty schemat. Bliższe ścięgno po połączeniu się z brzoścem mięśniowym rozgałęzia się dochodząc ostatecznie do sarkolemmy włókna mięśniowego. Po drugiej stronie włókna mięśniowego włókna kolagenowe przyczepiające się do sarkolemmy grupują się w grubsze pęczki aby ostatecznie uformować obwodowy rdzeń ścięgnisty i dalej ścięgno biegnące do przyczepu obwodowego. Nie należy przy tym zapominać, że kolejne rozgałęzienia tkanki łącznej będące rozgałęzieniami ścięgnistymi (namięśna, omięśna, śródmięśna) prowadzą w sobie liczne naczynia i nerwy zaopatrujące same pasma ścięgniste jak i włókna mięśniowe.

Określenie, że „Od końców brzośca mięśniowego odchodzą ścięgna...”, a „Niektóre włókna kolagenowe

and in fact is a larger and tighter version of perimysium internum.

- Epimysium which is directly continuous with perimysium. Epimysium surrounds the whole muscle belly and is loosely attached to fascia.
- Tendon.
- Fascia which is a connective membrane surrounding a muscle or group of muscles being loosely attached to them.

Tendinous fibers run towards their attachment and blend into it's structure. It can be perichondrium, periostium, fascia, joint capsule. Tendons also attach to the bone directly through Sharpey's fibers (Bochenek&Reiter).

Expressions used in histology books (Ostrowski et al.) such as: "Tendons arise from the ends of muscle belly" or "few of tendon collagen fibers continue their course into the muscle belly connecting it with epimysium, perimysium and endomysium" is a simplification of muscle structure. Detailed analysis of muscles anatomy on transverse scans, especially during a dynamic real time transverse scanning, shows clearly that the main distributor of muscular tendinous fibers is the direct continuation of the tendon. For the purpose of this paper those tendinous bundles which are directly continuous with the tendon and run together with the muscle are going to be called "core tendons". Those core tendons frequently produce strong secondary branches which for the purpose of this paper are going to be called "secondary core tendons". So referring to the histological classification the muscle structure will start from the origin tendon which along the muscle belly becomes a core tendon, then producing secondary core tendons (perimysium), which spread by further division into smaller branches (secondary, tertiary...) to finally reach microscopic thickness and become endomysium that attaches directly to myofibers ending one side of the muscle-tendon unit. The same process, only reversed will reach the insertion tendon. It is clear that the fascia does not play a key role in fiber distribution or collection at all.

(tych ścięgien - przyp.aut.) przedłużają się w głąb mięśnia łącząc w ten sposób ścięgno z namięsną, omięsną i śródmięsną." (Ostrowski i wsp.) jest uproszczeniem nie dającym logicznego wytłumaczenia dla obserwowanych przez autora typów uszkodzeń mięśni. Analiza własna anatomii mięśni w przekrojach poprzecznych, w szczególności w badaniu dynamicznym w czasie rzeczywistym, wskazuje na to, że głównym dystrybutorem włókien ścięgniastych mięśni są bezpośrednie przedłużenia ich ścięgien. Dla potrzeb tego artykułu przedłużenia te nazywane będą dalej „rdzeniami ścięgniastymi”. Można je prawdopodobnie utożsamić z namięsną i omięsną zewnętrzną. Rdzenie ścięgniaste oddają (proksymalnie) bądź zbierają (obwodowo) silne odgałęzienia łącznotkankowe nazywane dla potrzeb artykułu rdzeniami ścięgniastymi drugorzędowymi (wydaje się, że te odgałęzienia można utożsamić z omięsną zewnętrzną/wewnętrzną). Analiza taka wskazuje również, że dystrybucja włókien ścięgniastych mięśnia skupiona jest w silne, powtarzalnie zlokalizowane pasma obarczone, jak każda struktura anatomiczna człowieka, zmiennościami osobniczymi.

Każdy mięsień ma co najmniej dwa rdzenie ścięgniaste - rdzeń ścięgniasty bliższy i obwodowy. Mogą one przebiegać na zewnątrz brzośca lub/i w jego wnętrzu. W zależności od poziomu ten sam rdzeń ścięgniasty może być położony na powierzchni i/lub wewnątrz brzośca, może on również ulegać podziałowi na kilka pasm. Istnieje pewna zmienność anatomiczna w ich morfologii. Należy przy tym pamiętać, że rdzenie ścięgniaste są skupiskami nie tylko włókien kolagenowych ale również naczyń i nerwów. Ma to istotne znaczenie w sytuacji interpretacji znaczenia obecności krwiaków. Krwiak lub nadzianka krwawa zlokalizowane śródmięśniowo nie mają większego ciężaru gatunkowego wobec krwiaków zlokalizowanych międzymięśniowo. W obu tych sytuacjach są one owocem istotnego uszkodzenia ścięgniastego brzośca mięśniowego. Różni je tylko lokalizacja ścięgna wobec brzośca jako całości oraz symptomatologia – nadzianka krwawa i krwiak śródmięśniowy daje z reguły znacznie większe dolegliwości kliniczne niż krwiaki rozlewające się w przestrzeniach międzymięśniowych.

Every muscle has at least two core tendons – proximal and distal. They may run on the outside or inside the muscle, or both. Depending on the level the same core tendon may be located on the outside or/and inside a muscle belly. It can also divide into many bundles.

Core tendons and their branches are in fact two systems which together form the “skeleton” of a muscle. This “skeleton” allows forces generated by muscle fibers to be transmitted onto muscle attachments to bones. It is also a stretch-limiting structure.

It is important to bear in mind that subsequent branches of muscle’s tendinous tissue host vessels and nerves supplying both connective and muscular tissues. This fact is essential in interpretation of bloody edema and haematomas appearing in the muscle stretch-type tears. Bloody oedema or a haematoma seen within a muscle substance is equally important to the haematoma seen between muscles – in both cases it means that a tendon and/or core tendon was torn together with vessels and nerves running inside it. The only actual difference is the location of the core tendon and difference in clinical symptoms. Bloody edema and haematoma inside a muscle usually gives much more severe symptoms than a haematoma located between muscles.

Author’s experience shows that a muscle tear is a tear of it’s stiffest element - tendon/core tendon/secondary core tendon and a tear of fibers running directly to them. Muscular tissue tear seems to be a collateral damage of the muscle in stretch-type contusions. So a muscle tear is primarily a muscle’s tendon tear and only secondary is the muscle fibers or musculo-tendinous tear.

Anatomy of gastrocnemius and soleus muscles

Proximal core tendon of the medial head of the gastrocnemius muscle is located on the anterior surface of the muscle belly. Bony insertion lies above the posterior part of the medial femoral condyle. From this position tendinous fibers turn (keeping a superficial position) onto medial and posterior muscle surface. Along its

Rdzenie ścięgnowe to w istocie dwa równoległe systemy łącznotkankowe tworzące wspólnie szkielet mięśnia, za pośrednictwem którego na przyczepy kostne przenoszone są siły generowane przez włókna mięśniowe. Są one również, jak już wspomniano, ogranicznikiem podatności mięśnia na rozciąganie. Obserwacje autora wskazują na to, że przerwanie mięśnia jest faktycznie przerwaniem jego najsztwniejszego elementu - ścięgna i/lub rdzenia ścięgniowego i/lub jego dalszych rozgałęzień. Należy podkreślić tutaj, że przerwania ścięgien zawsze obejmują rozległe ich odcinki. Podobne zjawiska obserwuje się w przypadku uszkodzeń więzadłowych. Uszkodzenia włókien mięśniowych czy złączy ścięgnowo-mięśniowych są raczej wtórne do zerwania pasm ścięgniowych i można je określić jako efekt uboczny uszkodzenia rdzenia ścięgniowego mięśnia.

Anatomia mięśnia brzuchatego łydki i mięśnia płaszczkowatego

Blizszy rdzeń ścięgniowy głowy przyśrodkowej m. brzuchatego łydki położony jest na przedniej powierzchni brzuśca, od strony przyczepu kostnego nad kłykiem przyśrodkowym kości udowej. Stąd włókna ścięgnowe rdzenia skręcają (cały czas biegnąc powierzchownie) na powierzchnię przyśrodkową i tylną mięśnia skąd nurkują w głąb brzuśca przechodząc ponownie na stronę przednią mięśnia. Jednocześnie od samej góry od rdzenia ścięgniowego oddzielają się rdzenie ścięgniowe drugorzędowe rozprzestrzeniając się dalej w całej objętości mięśnia (ryc.1). Rdzeń ścięgniowy obwodowy położony jest na przedniej powierzchni brzuśca (ryc.2). Zbiegające się na tej powierzchni mięśnia pasma ścięgniowe obwodowo uformują wraz z głową boczną mięśnia brzuchatego łydki i ścięgnem mięśnia płaszczkowatego ścięgno Achillesa.

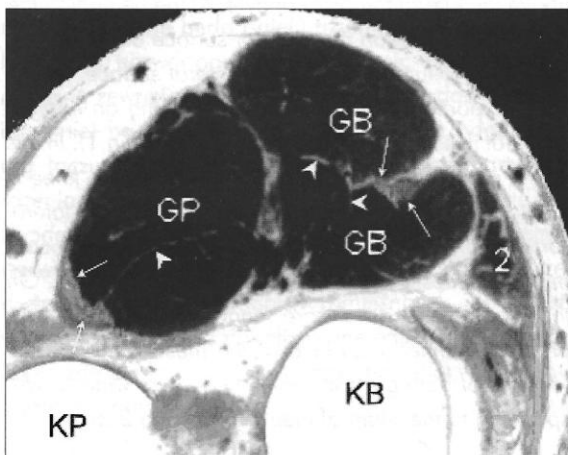
Głowa boczna m. brzuchatego łydki ma nieco bardziej złożoną budowę. Brzusiec mięśniowy pojawia się podobnie jak w głowie przyśrodkowej bezpośrednio poniżej przyczepu ścięgniowego zlokalizowanego na kości udowej powyżej kłyka bocznego. Początkowo na krótkim odcinku ścięgno położone jest na powierzchni przedniej brzuśca, następnie szybko „skręca” na po-

proximal course the core tendon produces secondary core tendons which spread distally into the muscle (fig.1). Distal core tendon lies on the anterior surface of the muscle (fig.2). It collects tendinous fibers and distally, together with other triceps surae heads, forms the Achilles tendon.

Lateral head of the gastrocnemius muscle structure is a bit more complex. The muscle belly as in the medial head appears quickly below the insertion to the area above the lateral femoral condyle. At the beginning the tendon is located on the anterior surface of the muscle belly, then it turns onto postero-lateral surface, where another portion of the belly joins in giving an impression that this muscle consists of two heads (fig.1). In this way a proximal core tendon at the level of the knee is located both inside and outside (on the postero-lateral surface) the muscle belly. Proximal lateral gastrocnemius produces very strong secondary core tendons. On the other end a distal core tendon collects distal fibers on the anterior surface of the muscle. Distal core tendons of both gastrocnemius heads are wide, corresponding to the width of their muscles (fig.2,3).

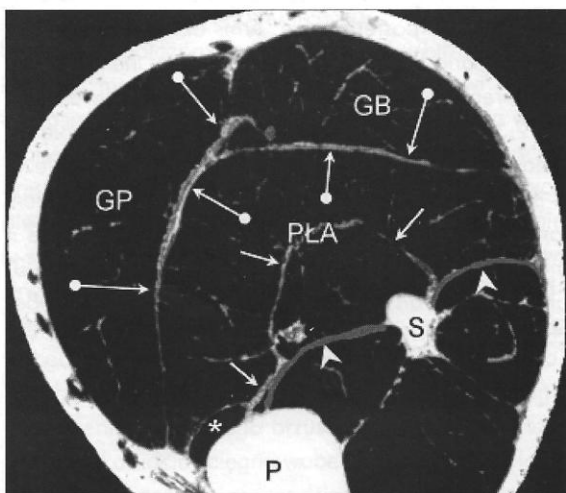
Soleus muscle has a vast origin occupying a part of the tibia, fibula and interosseus membrane. Proximally the core tendon has a shape of an arch, which is convex towards a posterior side. Arms of the arch connect the tibial and fibular origins, then distally the top of the arch breaks and one core tendon becomes two cores (fig.2,3). Distal core tendon starts to be detectable already on the level of the arch, proximally. At this level it is intramuscular. Distal core tendon collects fibers towards the posterior surface of the muscle where it meets with adjacent gastrocnemius core tendons (fig.3) and becomes an Achilles tendon attaching to the tuber calcanei.

wierzchnię tylno-boczną gdzie dołącza się do niego kolejny fragment mięśnia, jakby druga głowa głowy bocznej (ryc. 1). W ten sposób na tym poziomie rozległy rdzeń ścięgniasty położony jest zarówno centralnie pomiędzy dwoma grupami mięśniowymi brzośca jak i na ich bocznej i tylnej powierzchni. Rdzeń ścięgniasty głowy bocznej oddaje na swoim przebiegu bardzo silne



Ryc. 1. Głowa przyśrodkowa (GP) i boczna (GB) m. brzuchatego łydki na poziomie kłykci k. udowej. Strzałki – bliższe rdzenie ścięgniaste głowy przyśrodkowej i bocznej m. brzuchatego łydki, groty strzałek – bliższe rdzenie ścięgniaste drugorzędowe, 2 – mięsień dwugłowy i jego ścięgno, KP – kłykiec przyśrodkowy k. udowej, KB – kłykiec boczny k. udowej.

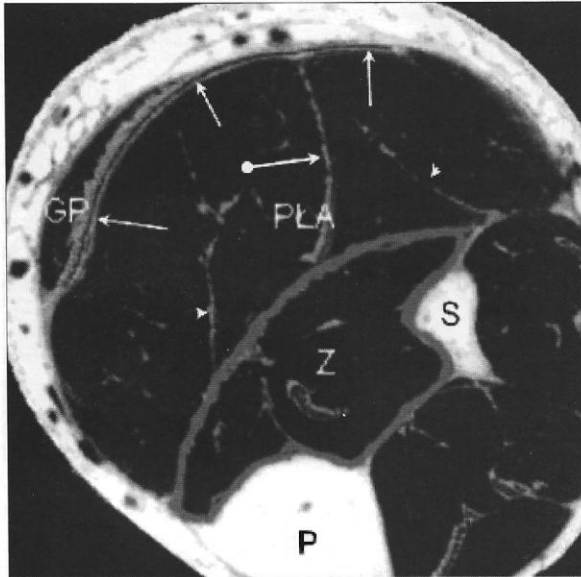
Fig. 1. Medial (GP) and lateral (GB) head of the gastrocnemius muscle at the level of femoral condyles. Arrows – core tendons of both heads of gastrocnemius, arrowheads – secondary core tendons, 2 – biceps femoris and its tendon, KP – medial femoral condyle, KB – lateral femoral condyle.



Ryc. 2. Mięsień trójgłowy łydki na poziomie obwodowej części mięśnia podkolanowego (*). GP – głowa przyśrodkowa m. brzuchatego łydki, GB – głowa boczna m. brzuchatego łydki, PŁA – mięsień płaszczkowaty. P – kość piszczelowa, S – kość strzałkowa. Białe strzałki - rdzeń ścięgniasty bliższy m. płaszczkowatego, białe strzałki z kulką – rdzenie ścięgniaste obwodowe wszystkich głów m. trójgłowego, groty strzałek – linia oddzielająca przedział m. trójgłowego łydki od pozostałych przedziałów mięśniowych podudzia.

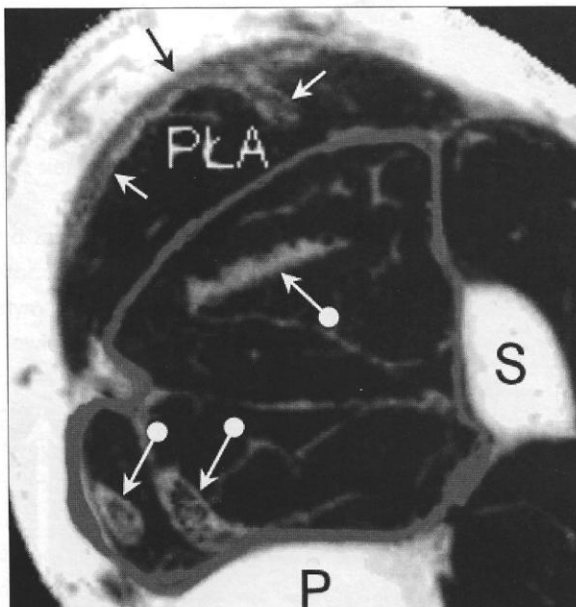
Fig. 2. Triceps surae muscle at the distal end level of the popliteus muscle (*). GP – medial head of the gastrocnemius, GB – lateral head of the gastrocnemius, PŁA – soleus muscle. P – tibia, S – fibula. Arrows indicate core tendons of the triceps surae. White arrows – proximal core tendon of the soleus (arch), white arrows with a point – distal core tendons of all three heads of the triceps surae, arrowheads – borderline between triceps and other compartments of the calf.

odgałęzienia drugorzędowe. Wszystkie te pasma „zbiegają się” w rdzeń ścięgnisty obwodowy położony jak w przypadku głowy przyśrodkowej na powierzchni przedniej mięśnia. Ścięgna obwodowe rdzenia obu głów m. brzuchatego łydki są bardzo szerokimi taśmami – proporcjonalnie do szerokości brzuśców (ryc.2,3).



Ryc.3. Mięsień trójgłowy łydki obwodowo od poziomu na poprzedniej Ryc. GP – obwodowa część brzuśca przyśrodkowego m. brzuchatego łydki, PŁA – mięsień płaszczkowaty, strzałka z kulką – śródmięśniowa część rdzenia ścięgnistego obwodowego m. płaszczkowatego, strzałki - rdzenie ścięgniaste obwodowe wszystkich głów m. trójgłowego, groty strzałek – bliższa rdzeń ścięgniasty m. płaszczkowatego po rozdzieleniu się łuku na dwa pasma. Z – przedział zginaczy (wewnątrz szarej obwiedni), P – kość piszczelowa, S – kość strzałkowa.

Fig.3. Level of the distal portion of the medial head of the gastrocnemius (GP), PŁA – soleus muscle, arrows - core tendons of the triceps surae, arrowheads – proximal soleus core tendon after splitting of the arch. Z – flexors compartment (inside a gray outline), P – tibia, S – fibula.



Ryc.4. PŁA – obwodowy odcinek brzuśca m. płaszczkowatego, strzałkami oznaczono dystalne rdzenie ścięgniaste m. trójgłowego łydki bezpośrednio przed ostatecznym uformowaniem ścięgna Achillesa. Strzałki z kulkami oznaczają rdzenie ścięgniaste m. piszczelowego tylnego, m. zginacza długiego palucha i palców.

Fig.4. Level of the distal portion of the soleus muscle (PŁA). Arrows - core tendons of the triceps surae just before Achilles tendon formation, arrows with points – distal core tendons of the tibialis posterior and flexors hallucis and digitorum longus.

Mięsień płaszczkowaty ma bardzo rozległy przyczep bliższy swoich ścięgien. Przyczep ten okupuje rozległe pole k. piszczelowej, strzałkowej i błony międzykostnej. Na poziomie bliższym rdzeń ścięgniasty w kształcie wypukłego ku tyłowi łuku (łączącego przyczep strzałkowy z piszczelowym) przebiega przez mięsień rozdzielając się na dwa pasma (ryc.2,3). Pomiędzy tymi pasmami zlokalizowany jest śródmięśniowo biegnący na tym poziomie rdzeń ścięgniasty obwodowy. W kierunku obwodowym rdzeń ścięgniasty zbiega się ku tylnej powierzchni brzucha aby spotkać się ze ścięgnami obu głów mięśnia brzuchatego i utworzyć ścięgno Achillesa (ryc.3) przyczepiające się dystalnie do guza piętowego.

Anatomia mięśnia przywodziciela długiego i krótkiego

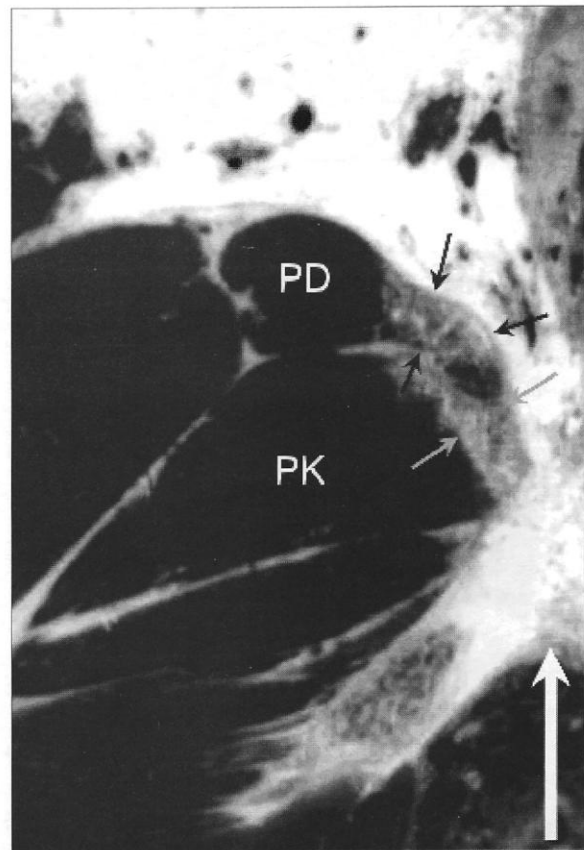
Ścięgno bliższe m. przywodziciela długiego łączy się z brzuchem mięśnia od strony przyśrodkowej i przedniej (ryc.5). Następnie ścięgno to wchodzi w głąb mięśnia stanowiąc jego niemal centralnie położony rdzeń (ryc.6) obecny do poziomu ok. 2/3 obwodowych mięśnia. Rdzeń obwodowy mięśnia położony jest częściowo śródmięśniowo, częściowo na obrzeżu brzucha (ryc.7). Niemal identyczną budowę ma m. przywodziciel krótki. Podstawową różnicą jest tutaj bardzo krótki odcinek wolny ścięgna bliższego m. przywodziciela krótkiego wobec kilkucentymetrowego ścięgna bliższego m. przywodziciela długiego. Ścięgno m. przywodziciela długiego przyczepia się powyżej ścięgna m. przywodziciela krótkiego.

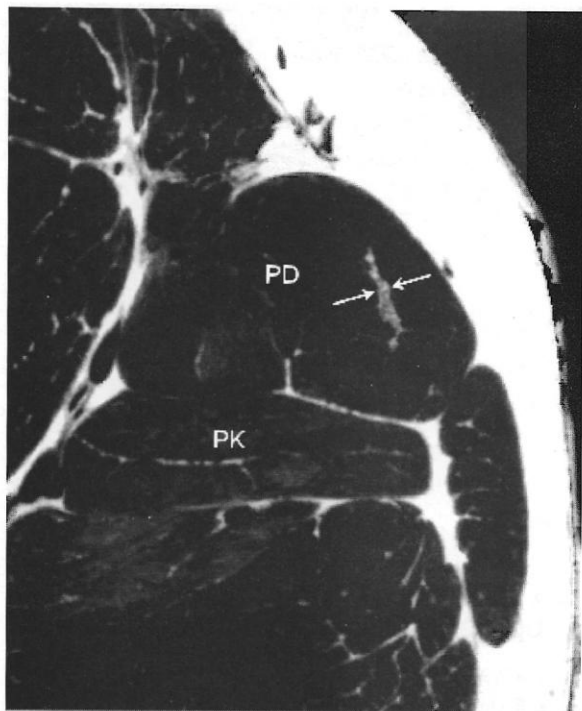
Ryc.5. Mięsień przywodziciel długi (PD) i krótki (PK) na poziomie bezpośrednio poniżej przyczepu łonowego. Długa strzałka – środek spójnienia łonowego, czarne strzałki – bliższy rdzeń ścięgniasty m. przywodziciela długiego, szare strzałki – bliższy rdzeń ścięgniasty m. przywodziciela krótkiego.

Fig.5. Adductor longus muscle (PD) and adductor brevis (PK) at the level just distally from the pubic insertion. Long arrow indicates center of pubic symphysis, black arrows – proximal adductor longus tendon, gray arrows – proximal adductor brevis tendon.

Anatomy of the adductor longus and brevis muscles

Proximal tendon of the adductor longus muscle joins the muscle belly from the medial and anterior side (fig.5). Then it dives into the muscle forming a nearly centrally located core. (fig.6) which is detectable until approx 2/3rd distal of the muscle belly. Below that point it spreads like a brush. Distal core tendon is located partially inside and on the outside of the muscle (fig.7) finally forming an attachment to the femoral shaft. The anatomy of the adductor brevis muscle is nearly identical. The main difference is a very short (<1cm) proximal tendon of the adductor brevis compared to approx. 5cm long tendon of the adductor longus muscle. Adductor longus proximal tendon attaches above adductor brevis.



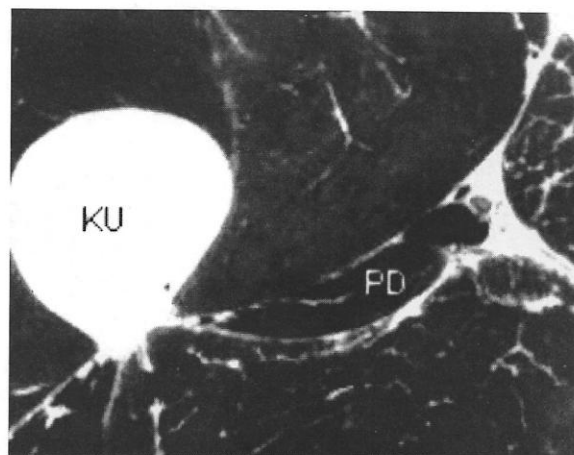


Ryc.6. Mięsień przywodziciel długi (PD) i krótki (PK) na poziomie ok. 1/2 ich długości. Strzałki – bliższy rdzeń ścięgnisty m. przywodziciela długiego.

Fig.6. Adductor longus (PD) and brevis (PK) at their middle level. Arrows – proximal core tendon of adductor longus.

Anatomia mięśnia prostego uda

Mięsień prosty uda zbudowany jest analogicznie do mięśni przywodzicieli. Jego bliższe ścięgno położone na zewnątrz brzośca bocznie (ryc.8) aby ku obwodowi stać się centralnym śródmięśniowym rdzeniem ścięgnistym (ryc.9). Rdzeń ścięgnisty obwodowy mięśnia stanowią pasma położone na zewnątrz brzośca, od strony głowy pośredniej m. czworogłowego uda (ryc.10). Na obwodzie, wraz z również powierzchownie zlokalizowanym ścięgnem m. obszernego pośredniego (ryc.11) tworzy ono podstawowe ścięgno m. czworogłowego uda przyczepiające się do podstawy rzepki. Ścięgno to biegnie dalej przy przedniej powierzchni rzepki (silnie z nią zespolone), opłaszczając ją i przechodząc dystalnie w więzadło rzepki.

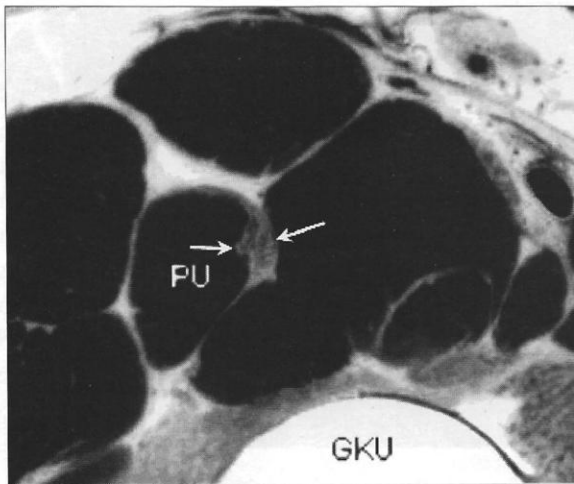


Ryc.7. Mięsień przywodziciel długi na poziomie obwodowym. KU – kość udowa

Fig.7. Distal portion of adductor longus (PD). KU – femur.

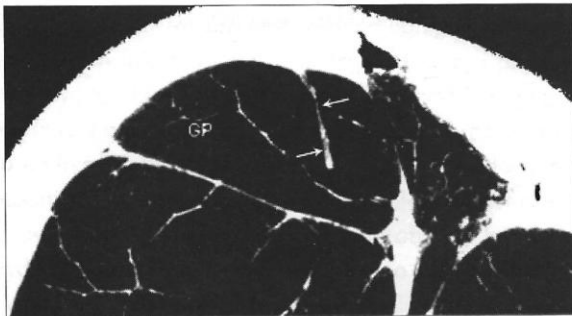
Anatomy of the rectus femoris muscle

Structure of the rectus femoris is similar to adductors'. It's proximal tendon originates from spina iliaca anterior inferior and is located on the outside of the belly from the lateral side (fig.8) to become an intramuscular core tendon (fig.9). Distal rectus femoris core tendon is located on the posterior surface of the muscle and collects fibers from the very beginning of it (fig.10). Distally, together with superficially located (on its anterior side) fibers of the vastus intermedius core tendon, it forms a main quadriceps tendon (fig.11) attaching to the base of the patella. It then runs over the anterior patellar surface (strongly attached to it) and finally ends as patellar tendon.



Ryc.8. Mięsień prosty uda (PU) na poziomie głowy k. udowej (GKU). Strzałkami oznaczono ścięgno mięśnia.

Fig.8. Rectus femoris muscle (PU) at the level of the femoral head (GKU). Arrows indicate proximal core tendon.



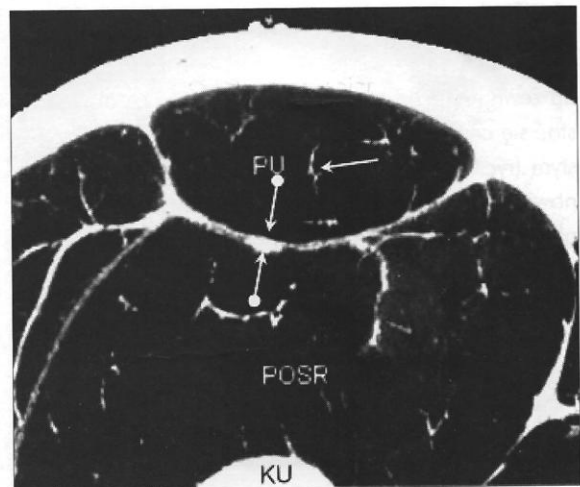
Ryc.9. Mięsień prosty uda (GP) na poziomie 1/3 bliższej uda. Strzałkami oznaczono rdzeń ścięgnisty mięśnia.

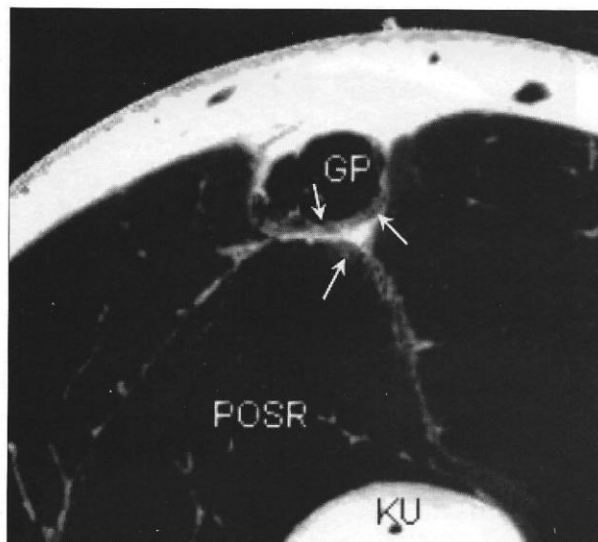
Fig.9. Rectus femoris muscle (GP) at the proximal third of the thigh. Arrows indicate the proximal core tendon.

MIĘŚNIE / MUSCLE

Ryc.10. Mięsień prosty (PU) uda i obszerny pośredni (POŚR) na poziomie 1/3 dalszej uda. Strzałkami oznaczono resztkowy na tym poziomie bliższy rdzeń ścięgnisty mięśnia. Strzałki z kulką oznaczają zewnętrznie położone obwodowe ścięgna m. prostego i obszernego pośredniego (POŚR).

Fig.10. Rectus femoris (PU) and vastus intermedius (POŚR) muscles at the level of the distal third of thigh. Arrows - distal end of the proximal core tendon of rectus femoris, arrows with points - distal core tendons of the rectus and intermedius muscles.





Ryc.11. Obwodowy odcinek głowy prostej m. czworogłowego uda (GP). Strzałkami oznaczono obwodowe rdzenie ścięgniste głowy prostej i obszernej pośredniej (POŚR). KU – kość udowa.

Fig.11. Distal end of the rectus femoris (GP). Arrows – distal core tendons of rectus and vastus intermedius muscles. KU – femur.

Anatomia mięśnia dwugłowego uda

Ścięgno bliższe m. dwugłowego uda (faktycznie jego głowy długiej) na odcinku 5-6 centymetrów od przyczepu kulszowego zlewa się z bliższym odcinkiem m. półścięgnistego od jego strony bocznej (ryc.12,13) tworząc wspólne ścięgno. W kierunku obwodowym tworzy ono rdzeń ścięgnisty w zasadzie na całej długości położony na zewnątrz brzośca, oddający penetrujące w głąb mięśnia silne pasma drugorzędowe (ryc. 14,16). Rdzeń ścięgna początkowo położony jest od strony m. półścięgnistego czyli przyśrodkowo, następnie przemieszcza się na przednią powierzchnię brzośca aby na obwodzie znaleźć się całkowicie bocznie (ryc.17). W przypadku tego mięśnia trudno jest jednoznacznie ustalić granice pomiędzy rdzeniem bliższym i obwodowym. Po drodze do głowy długiej m. dwugłowego dołącza jego głowa krótka (ryc.15), której bliższy przyczep leży na trzonie k. udowej. Jej obwodowy rdzeń ścięgnisty położony jest na zewnątrz brzośca, a dokładnie przy jego powierzchni tylnej (ryc.16). Idąc w kierunku obwodowym ścięgno to przechodzi na stronę tylnoboczną, aż wreszcie całkowicie bocznią zlewając się z pasmami obwodowego rdzenia głowy długiej (ryc.17,18). Utworzone w ten sposób dystalne ścięgno przyczepia się do głowy strzałki.

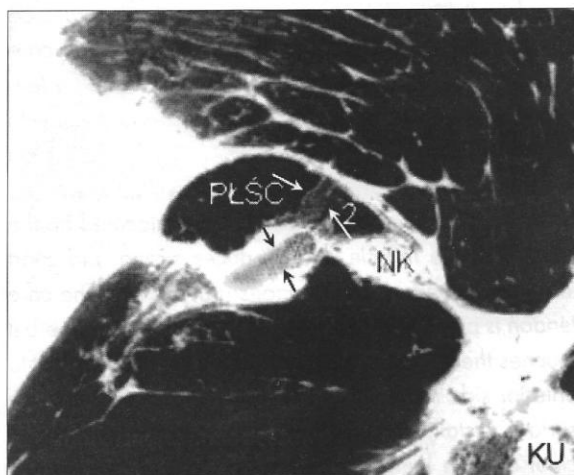
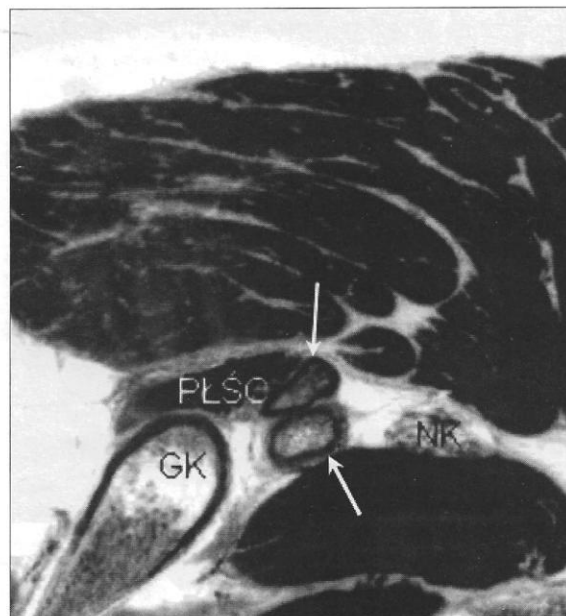
Anatomy of the biceps femoris muscle

Proximal tendon of biceps femoris muscle (actually, it's long head) for approx. 5-6 cm runs on the lateral side of semitendinosus muscle blended together with its core tendon (fig.12,13). As the proximal semitendinosus tendon is very short (<1cm) it may seem (especially with poorer equipment) that proximal biceps femoris tendon is a part of the proximal semitendinosus core tendon. Further distally the core tendon is mainly located on the surface of the muscle and produces strong and short in depth secondary core tendons (fig. 14,16). The core tendon is proximally located on the medial side, where it touches the semitendinosus muscle. Then it rotates onto anterior side to finally find its way to the lateral muscle surface distally (fig.17). This muscle does not have a clear division between proximal and distal core tendon network.

On the way distally, a short head of the biceps femoris (origin on the surface of the femoral shaft) joins in (fig.15) from the anterior side of the long head. Distal core tendon of the short head is located on the posterior (fig.16) and later distally lateral (fig.17,18) surface of the muscle, blending together with distal core tendon of the long head, which belly ends at the level of approx. 1/3rd distal of the thigh. Both core tendons finally form a distal biceps tendon attaching to the head of the fibula.

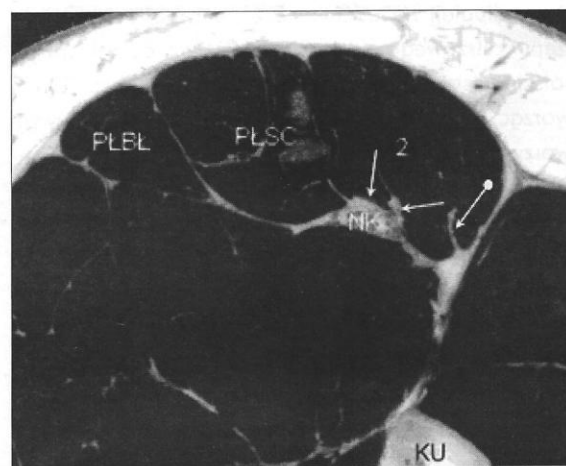
Ryc.12. Okolice na poziomie/poniżej guza kulszowego (GK). Brzusiec m. półścięgnistego z rdzeniem ścięgnistym zlewającym się ze ścięgnem m. dwugłowego uda (górna strzałka). Dolna strzałka – ścięgno m. półbłoniastego. NK – nerw kulszowy.

Fig.12. Level just below tuber ischiadicum (GK) insertion of the hamstrings. Muscle and tendon of the semitendinosus (PŁŚC) together with blended biceps femoris tendon (upper arrow). Lower arrow – tendon of the semimembranosus, NK - sciatic nerve.



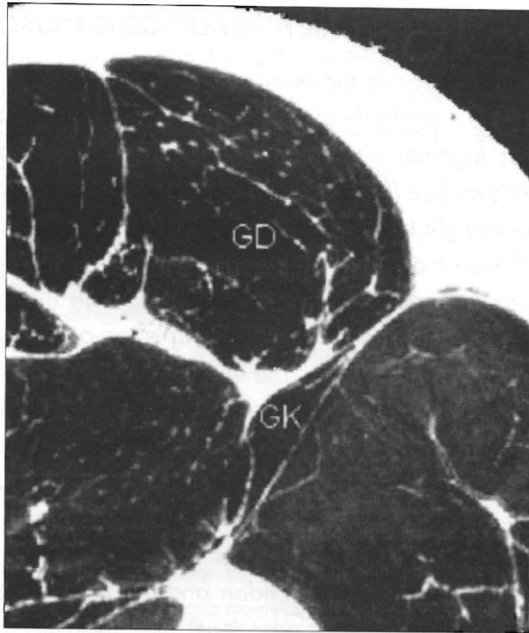
Ryc.13. Okolice ok. 6-7cm poniżej poziomu guza kulszowego. Ścięgno m. półbłoniastego – czarne strzałki. Brzusce m. półścięgnistego (PŁŚC) i dwugłowego uda (2) z oznaczonymi zlewającymi się ze sobą na tym poziomie rdzeniami ścięgnistymi. KU – kość udowa.

Fig.13. 6-7cm below tuber ischiadicum. Black arrows – semimembranosus tendon. Muscle bellies of the semitendinosus (PŁŚC) and biceps femoris (2) with their tendons blending together (white arrows). NK – sciatic nerve, KU – femur.



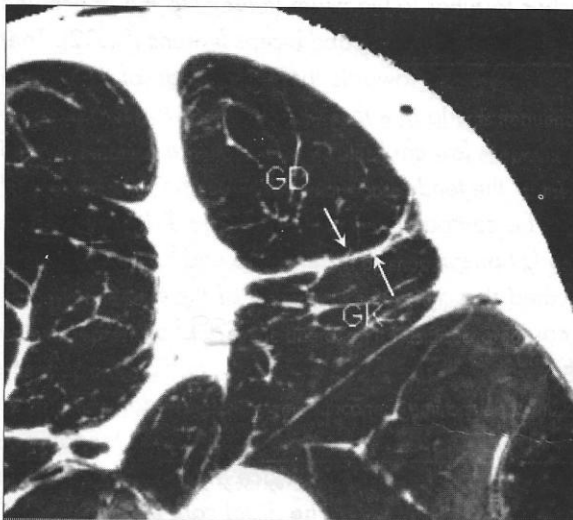
Ryc.14. Poziom ok. 1/2 uda. PŁBŁ – m. półbłoniasty, PŁŚC – m. półścięgnisty, 2 – m. dwugłowy, NK – nerw kulszowy, KU – kość udowa, strzałki – rdzeń ścięgnisty głowy długiej m. dwugłowego, strzałka z kulką – rdzeń ścięgnisty drugorzędowy wnikaający w głębię brzusca.

Fig. 14. Middle of thigh level. PŁBŁ – semimembranosus, PŁŚC – semitendinosus, 2 – biceps femoris, NK – sciatic nerve, KU – femur. White arrows indicate a core tendon of the biceps femoris, arrow with a point – secondary core tendon.



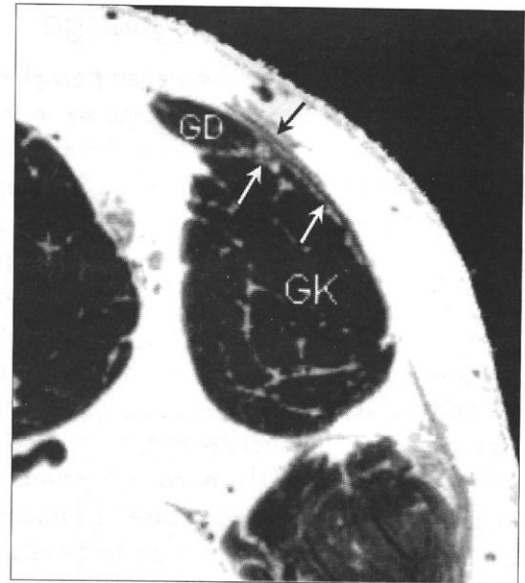
Ryc.15. Poziom ok. 1/3 dalszej uda – od tego poziomu zmniejsza się masa głowy długiej (GD), a zwiększa głowy krótkiej (GK).

Fig.15. Distal 3rd of the thigh. (GD) – long and short (GK) heads of biceps femoris.



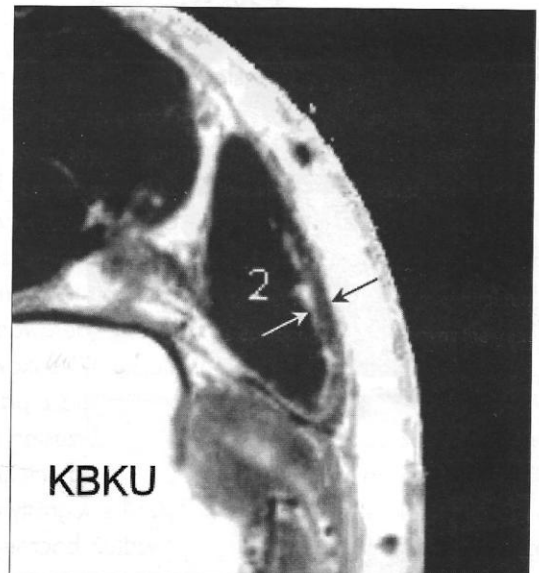
Ryc.16. GD – głowa długa, GK – głowa krótka m. dwugłowego uda. Strzałkami oznaczono obwodowe rdzenie ścięgnowe obu głów.

Fig.16. GD – long head of biceps femoris, GK – short head of biceps femoris. Arrows indicate core tendons of both heads.



Ryc.17. Końcowy odcinek głowy długiej m. dwugłowego (GD). Strzałkami oznaczono obwodowe rdzenie ścięgnowe obu głów m. dwugłowego.

Fig.17. Distal end of the biceps femoris long head muscle belly (GD). Arrows indicate distal core tendons of both heads.



Ryc.18. Odcinek obwodowy m. dwugłowego uda (głowa krótka) z powierzchownie położonym rdzeniem ścięgnistym.

Fig.18. Distal end of the biceps femoris muscle (short head) with superficially located core tendon (arrows).

Anatomia mięśnia półścięgnistego

Ścięgno m. półścięgnistego położone jest początkowo na bocznej powierzchni brzuśca zlewając się ze ścięgnem m. dwugłowego uda (ryc.12,13). Brzusiec mięśnia pojawia się niemal od poziomu guza kulszowego, stąd można odnieść wrażenie, że mięsień ten przyczepia się do guza kulszowego bez pośrednictwa ścięgna. W kierunku obwodowym rdzeń ścięgnisty mięśnia przemieszcza się na jego stronę przednią oddając penetrujące głęboko w brzusiec pasma drugorzędowe. Na poziomie środkowym mięśnia półścięgnistego widoczne jest biegnące skośnie od strony przyśrodkowo-tylnej na poziomie bliższym w kierunku przednio-bocznym obwodowo silne pasmo ścięgniste łączące się z rdzeniem ścięgnistym tej części mięśnia. Pasma to określa się mianem smugi ścięgnistej. Obwodowy rdzeń ścięgnisty tego mięśnia stanowią włókna śródmięśniowe zbiegające się ku powierzchni przyśrodkowej brzuśca. Ścięgno tego mięśnia obwodowo przyczepia się do k. piszczelowej pomiędzy więzadłem pobocznym piszczelowym i więzadłem rzepki (gęsia stopka powierzchowna).

Anatomia mięśnia półbłoniastego

Ścięgno bliższe m. półbłoniastego przyczepia się na guzie kulszowym bocznie od ścięgna m. półścięgnistego i dwugłowego uda (ryc.12). Następnie schodząc na obwód ku stronie przyśrodkowej, ścięgno to biegnie ku przodowi od m. półścięgnistego i dwugłowego krzyżując się z nimi (ryc.13). Nieco niżej jego najgrubsze pasmo przybiera charakterystyczny kształt poziomo leżącej, wydłużonej kropli wody szczytem skierowanej w kierunku swojej części błoniastej przyśrodkowo (ryc.19). Można je na tym poziomie pomylić z przebiegającym tuż obok nerwem kulszowym. Brzusiec m. półbłoniastego pojawia się przyśrodkowo od ścięgna na poziomie ok. 1/3 bliższej uda. Rdzeń ścięgnisty na poziomie bliższym brzuśca biegnie wzdłuż bocznego zarysu mięśnia i oddaje śródmięśniowe pasma drugorzędowe (ryc.21,22). Rolę równoległego obwodowego rdzenia ścięgnistego spełnia pasmo tworzące się przy

Anatomy of the semitendinosus muscle

Proximal tendon of the semitendinosus muscle is located on the lateral side of the quickly appearing belly and blends together with a proximal tendon of the biceps femoris muscle (fig.12,13). The belly of semitendinosus appears right below the origin therefore one may have an illusion that this muscle does not even have a tendon and attaches directly to the bone. Distally the core tendon rotates anteriorly producing deep-penetrating secondary core tendons. The middle part of the muscle is divided by a wide tendinous septum running from the postero-medial proximally towards antero-lateral side of the muscle distally and contributing to anteriorly located distal core tendon. Distally the core rotates medially in respect to its belly. Distal insertion is located between patellar tendon and medial collateral ligament insertions (pes anserinus).

Anatomy of the semimembranosus muscle

Proximal tendon of the semimembranosus muscle attaches to tuber ischiadicum laterally to the attachment of the semitendinosus and biceps femoris (fig.12). Then running distally towards the medial side of the thigh it crosses anteriorly with semitendinosus/biceps complex (fig.13). A few cm below the origin the thickest, lateral part of the tendon forms a typically shaped form which may be compared to a hanging liquid drop which lies nearly horizontally with the sharp end towards medially located thin, membranous part of the tendon (fig.19). It could be mistaken for a nearby running sciatic nerve. The belly of the muscle appears medially joining the membranous part of the proximal tendon at approx 1/3rd proximal of the thigh. Proximal core tendon runs along the lateral muscle surface and distally dives into the muscle (fig.21,22). The distal core tendon is proximally located on the anterior surface of the muscle (fig.21), then it rotates medially (fig.22) to finally form a distal tendon attaching to the postero-medial aspect of the medial tibial condyle (pes anserinus profunda).

zarysie przednim mięśnia (ryc.21), aby przejść na jego stronę przyśrodkową (ryc.22) i dalej jako ścięgno podążać do przyczepu na tylny-przyśrodkowej powierzchni kłykcia przyśrodkowego k. piszczelowej i torebki stawowej kolana (gęsia stopka głęboka).

Ryc.19. Mięśnie półbłoniasty (PŁBŁ) z szerokim na tym poziomie rdzeniem ścięgniastym (strzałki), półścięgniasty (PŁŚC) i dwugłowy uda (2).

Fig.19. Semimembranosus muscle at the proximal level of its belly (PŁBŁ), arrows indicate its proximal tendon. Semitendinosus (PŁŚC) and biceps femoris muscle (long head) (2).

Ryc.20. Obraz obwodowy od poziomu na poprzedniej rycinie. Strzałkami oznaczono zewnątrz wobec brzuśców położone rdzenie ścięgniaste m. półbłoniastego (PŁBŁ), półścięgniastego (PŁŚC) i dwugłowego uda. NK – nerw kulszowy.

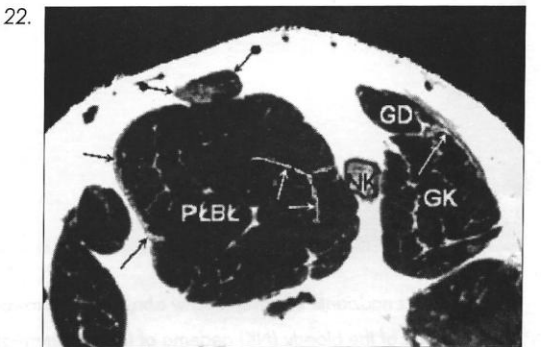
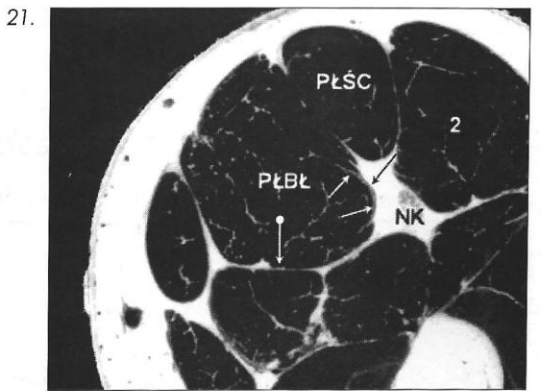
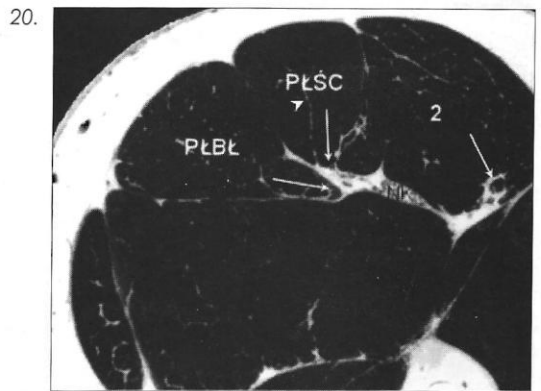
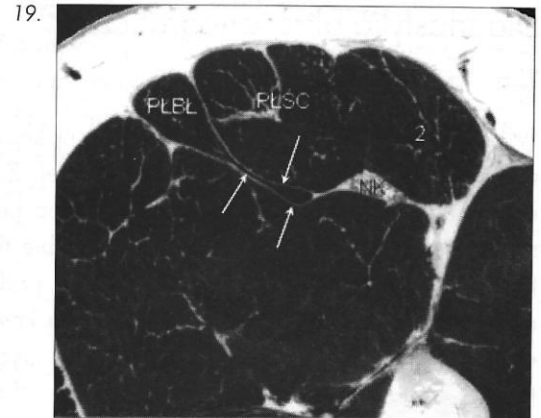
Fig.20. Distally from the level on the previous figure. Arrows indicate core tendons of all three hamstrings. NK – sciatic nerve.

Ryc.21. Obraz obwodowy od poziomu na rycinie poprzedniej. Strzałkami oznaczono bliższy rdzeń ścięgniasty m. półbłoniastego, strzałka z kulką oznacza lokalizację dystalnego rdzenia ścięgniastego mięśnia.

Fig.21. Distally from the level on the previous figure. Arrows indicate proximal core tendon of the semimembranosus, arrow with a point indicates distal core tendon of the muscle.

Ryc.22. Obraz obwodowy od poziomu na poprzedniej rycinie. Czarne strzałki z kulkami – końcowy odcinek brzuśca i ścięgno m. półścięgniastego. Białe strzałki – obwodowy odcinek bliższego rdzenia ścięgniastego m. półbłoniastego. Czarne strzałki – dystalny rdzeń ścięgniasty, do którego zbiegają się włókna na poziomie obwodowym mięśnia.

Fig.22. Distally from the level on the previous figure. Black arrows with points - distal end of the semitendinosus muscle and its medially located tendon. Short white arrows – distal end of the proximal core tendon of the semimembranosus. Black arrows - distal core tendon of the semimembranosus. NK – sciatic nerve, GD – long head of the biceps femoris, GK – short head of the biceps femoris, long white arrow – distal core tendon of the biceps.



Diagnostyka ultrasonograficzna

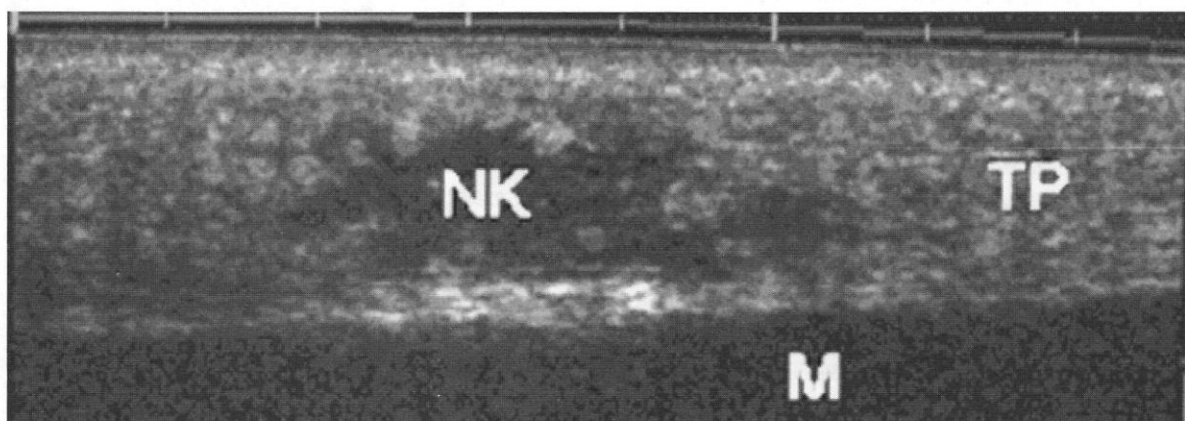
Tkanka podskórna

W przypadku diagnostyki uszkodzeń mięśni kończyny dolnej należy pamiętać o tkance podskórnej. Znaczna część krwiaków i siniaków, szczególnie po bezpośrednich urazach zlokalizowana jest w obrębie tkanki tłuszczowej podskórnej. Uszkodzenia tkanki podskórnej mogą dawać obraz obrzęku (nadzianka krwawa) o różnym nasileniu lub obrzęku i krwiaka (ryc.23). Obrzęk tkanki podskórnej, która w prawidłowych warunkach jest ciemna (hipoechogeniczna) daje obraz jej rozjaśnienia. Przy nasilonym nasączeniu tkanki podskórnej krwią z uszkodzonych drobnych naczyń jej echogeniczność ponownie ulega obniżeniu (ciemniej). Krwaki mają niską echogeniczność (ciemne). Krwaki tkanki podskórnej ulegają bardzo szybkiemu (kilka godzin) wykrzepianiu stąd diagnostykę tego typu należy przeprowadzić jak najprędzej po urazie aby w razie konieczności zdrenować krwiak. W przeciwnym przypadku może dojść do masywnego włóknienia w obrębie grubej najczęściej warstwy uszkodzonej tkanki tłuszczowej.

Ultrasonographic diagnostics

Subcutaneous fatty tissue

In muscle injuries one should never forget about subcutaneous fatty tissue. Many blood collections, especially after direct trauma with the blunt hard object will appear within the layer of subcutaneous tissue, over or below the fascia. Injury to the fatty tissue may give an image of the edema (the fat is infiltrated by blood from torn vessels) or edema and haematoma (fig.23). Edema of the subcutaneous fat, which in normal condition is hypoechogenic (dark) with thin bright septae gives a phenomenon identical to muscle edema – fat becomes hyperechogenic (bright). Sometimes the bright (hyperechogenic) septae become hypoechogenic (dark) and the fat becomes its negative image. Depending on the extension and echogenicity this feature allows to report a moderate injury to the fatty tissue. Its severity grows with brightness of an image. Haematoma is hypoechogenic (dark). When a haematoma appears within bright (oedematic) fat the injury should be classified as severe. It is important to remember that fat haematoma clot very quickly (within hours) and it is important to establish a diagnosis in an emergency mode. In case of a haematoma detection, a drainage procedure should be performed to prevent severe fibrous scar formation.



Ryc.23. Obraz nadzianki krwawej (NK) w obrębie obrzękowo zmienionej tkanki tłuszczowej podskórnej (TP). M- warstwa mięśni.

Fig.23. Image of the bloody (NK) oedema of the subcutaneous fatty tissue (TP). M- muscle layer.

Kontuzja, w szczególności urazy z otarciem o tępą krawędź może oszczędzić tkankę podskórną i wtedy że krwiaki umiejscawiają się w przestrzeniach powstałych na skutek rozwarstwienia warstw tkankowych (ryc.24). Wtedy ważne jest to czy krwiak znajduje się w obrębie, czy poza przedziałem mięśniowym. Pomocne jest w tym zlokalizowanie po której stronie krwiaka leży powięź. Powięź w takich przypadkach jest obrzękniętą, jednak z reguły jasną (hiperechogeniczną) strefą o odbiciach zbliżonych do ścięgniętych/więzadłowych.

Ryc.24. Prawidłowa tkanka podskórna (TP), Strzałkami oznaczono krwiak nadpowięziowy, groty strzałek – obrzęknięta powięź.

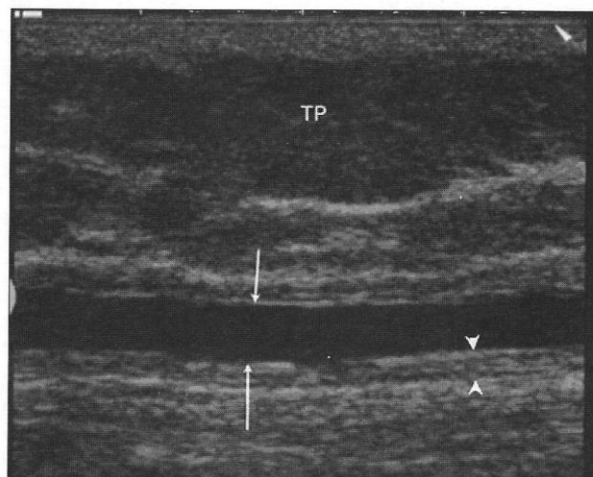
Fig.24. Normal subcutaneous fatty tissue(TP). Arrows indicate a haematoma located between the fascia (arrowheads) and subcutaneous tissue.

Mięśnie

Prawidłowy mięsień szkieletowy składa się z uporządkowanych odbić jasnych (wysoka echogeniczność) reprezentujących część ścięgniętą mięśnia i ciemnych (niska echogeniczność) reprezentujących tkankę mięśniową. Elementem fizjologii mięśni pojawiającym się zawsze w przypadku unieruchomienia kończyny jest ich zanik (ryc.25,26). Zanikają włókna mięśniowe, nie włókna ścięgnięte. Stąd mięsień zanikowy jest jaśniejszy ponieważ stosunek włókien mięśniowych do ścięgniętych zmienia się na niekorzyść tych pierwszych.

Przeciwieństwo mięśnia zanikowego stanowi mięsień sportowca wyczynowego. Mięsień taki jest niemal czarny (hipoechogeniczny/bezechowy), w jego obrębie widoczne są relatywnie rzadziej rozmieszczone jasne (hiperechogeniczne) punkty lub pasma ścięgien.

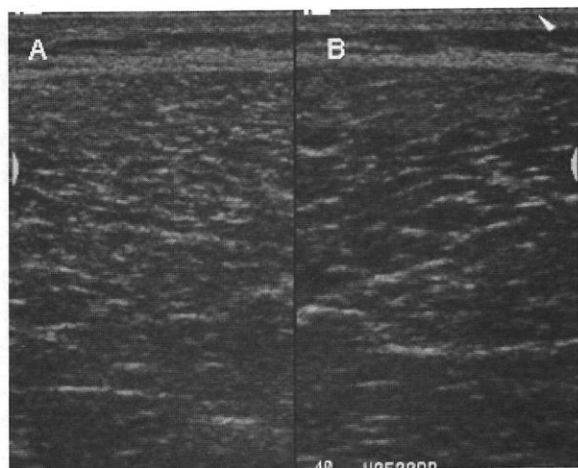
Injury (especially shear-type) may spare the fatty tissue delaminating tissue layers. It is important to define whether the haematoma is outside or inside the muscular compartment. One of important features of the image is the fascia layer location. Fascia will be oedematous, similar to tendons/ligaments in structure (fig.24).



Muscles

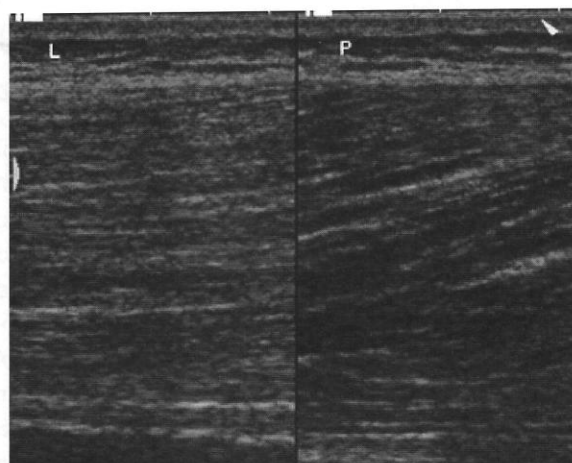
Normal skeletal muscle gives an ultrasonographic image of regular bright reflections (hyperechogenic) which represent the tendinous part of the muscle and hypoechogenic (dark) representing the muscle tissue. Every time the muscle is not trained, especially if immobilized, atrophy appears (fig.25,26). Atrophy mainly means loss of muscle tissue mass, not tendon tissue. Therefore atrophic muscle becomes brighter than normal because balance between dark muscle and bright tendon is on the bright side.

The opposite is a muscle of a trained sportsman. Muscle like that is nearly black with scattered bright tendinous branches. The balance is very much on the black side.



Ryc.25. Obraz zanikowego (A) i prawidłowego (B) mięśnia w przekroju poprzecznym.

Fig.25. Transverse image of the atrophic (A) and normal (B) muscle.



Ryc.26. Obraz zanikowego (L) i prawidłowego (P) mięśnia w przekroju podłużnym.

Fig.26. Longitudinal image of the atrophic (A) and normal (B) muscle.

Zerwania mięśni można podzielić według prostej trójstopniowej skali stosowanej w diagnostyce uszkodzeń ścięgien i więzadeł (każdy mięsień jest przecież w znacznym stopniu ścięgnem):

- I^o - naciągnięcie mięśnia. Bez utraty ciągłości ścięgien mięśnia. Obrzęk ścięgna/mięśnia bez cech obecności odgraniczzonego krwiaka, bez ewidentnych cech utraty struktury włókienkowej ścięgna.
- II^o - częściowe zerwanie rdzenia ścięgnistego/brzośca mięśnia. Obrzęk uszkodzonej części rdzenia/mięśnia plus brak ciągłości części ścięgna/mięśnia. Wyraźne zaburzenie struktury mięśnia/ścięgna, często obecność krwiaka lub drobnych mnogich krwiaków wzdłuż rdzenia ścięgnistego (wewnątrz lub na zewnątrz mięśnia, w zależności od lokalizacji rdzenia ścięgnistego). Niestety zerwanie II^o obejmuje szeroki zakres procentowy uszkodzonych włókien. W codziennej praktyce staram się określić jaki jest udział procentowy uszkodzenia mięśnia na jego przekroju poprzecznym. Sytuację komplikuje dodatkowo strefa obrzęku wokół zerwania, którą należy włączyć w ob-

Muscle tears can be simply classified into three basic types of tear used in tendons and ligaments (every skeletal muscle is very much a tendon as well):

- I^o - stretch type of injury with no loss of core tendon fibers continuity. Oedema of the tendon/muscle with no signs of haematoma presence, no striking structure disturbance,
- II^o - partial tear of the core tendon/muscle. Oedema plus partial lack of tendon/muscle continuity, obvious structure disturbance, possible presence of a haematoma within or/and outside the muscle belly (depending on the core tendon location). Unfortunately II^o tear definition gives a wide spectrum of tear severity somewhere between 1 and 99%. Therefore I try to assess the extension of a tear in % of the tendon/muscle crosssection. First important thing to bear in mind here is that injury area means every pathological reflection visualized, not only the site of tear/haematoma. Second one is that a torn/oedematic tendon may reach easily 2-3 times it's original size even when cut with a surgical blade. It could be

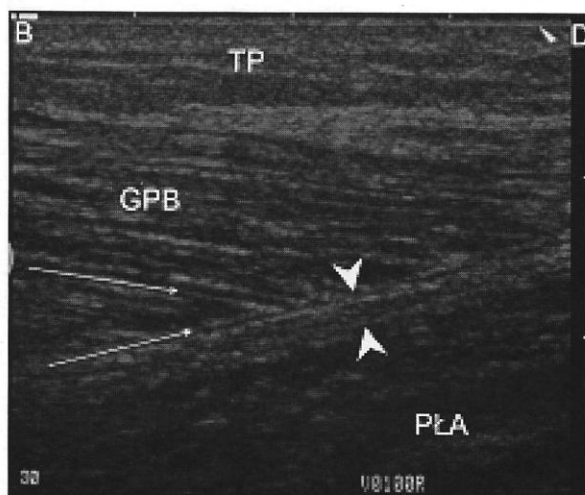
szar zerwania. Należy również pamiętać, że zerwane ścięgno może osiągnąć 2-3 krotność swojego normalnego wymiaru. Jest to element utrudniający ocenę rozległości uszkodzenia zarówno przez diagnostę jak i przez chirurga.

• III° - całkowity brak ciągłości mięśnia na dowolnym poziomie. Cechy ultrasonograficzne jak przy zerwaniu II° plus obecność zaokrąglonych kikutów zerwanego mięśnia. Krwiak jest obecny zawsze, z reguły bardzo rozległy.

Mięsień trójgłowy łydki

Najczęściej uszkodzonym mięśniem łydki (Van Holsbeeck i wsp.) jest obwodowa część głowy przyśrodkowej mięśnia brzuchatego łydki, a raczej obwodowy rdzeń ścięgnisty i ścięgno tego mięśnia.

Ponieważ obwodowy rdzeń ścięgnisty tego mięśnia położony jest od strony m. płaszczkowatego, krwiaki, o ile istnieją, pojawiają się zawsze w przestrzeni pomiędzy tymi mięśniami (a raczej ich obwodowymi rdzeniami ścięgnistymi), rozwarstwiając je. Może to być niestety pomyłone z rozległym rozerwaniem mięśnia bowiem krwiaki te często rozwarstwiają te brzośce na dużym obszarze w zależności od ciśnienia wynaczonej krwi.



compared to what happens to a rope when completely torn – both torn ends become more similar to a shaving bristle rather than a tight rope. That may alter the assessment by both the diagnost and the surgeon.

• III° - total loss of continuity at any level of the tendon/muscle - all above, only extended to the full size of structure, haematoma is a must and is usually extensive, stumps of torn tendon/muscle rounded, frequently dislocated.

Triceps surae

The most frequently torn muscle in the human body is the distal part of the medial head of the gastrocnemius muscle (Van Holsbeeck et al.).

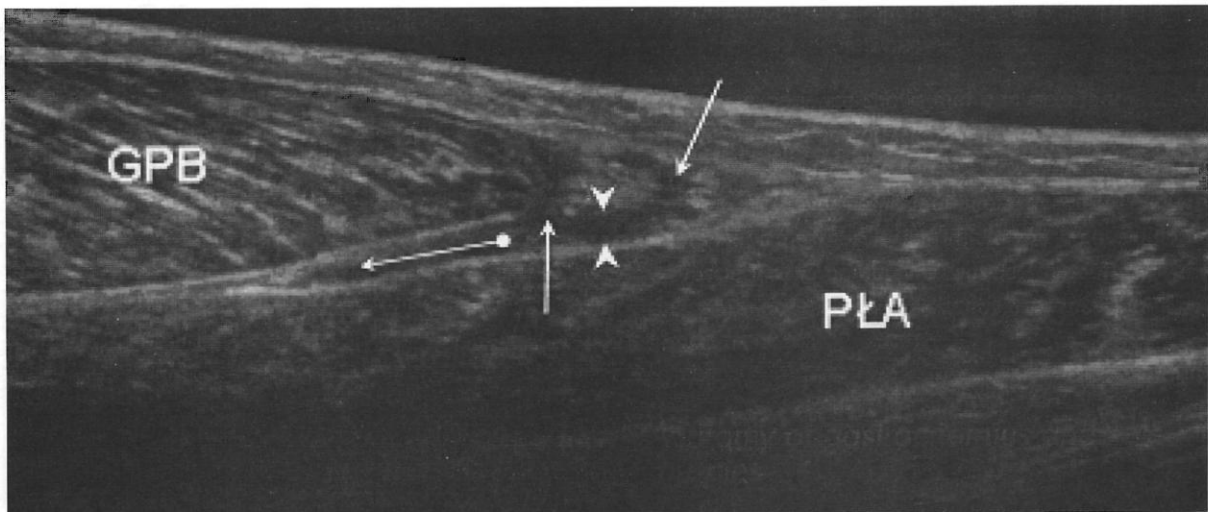
Because distal core tendon of this muscle is located adjacent to the distal core tendon of the soleus muscle, haematoma, if present, locates between those muscles or rather their core tendons.

Ryc.27. Obraz prawidłowego obwodowego odcinka głowy przyśrodkowej m. brzuchatego łydki. Strzałki oznaczają prawidłowy kierunek i kąt zejścia się śródmięśniowych pasm ścięgnistych z rdzeniem ścięgnistym mięśnia położonym w jednej warstwie z rdzeniem ścięgnistym m. płaszczkowatego (groty strzałek). B – TP – tkanka podskórna, GPB – głowa przyśrodkowa m. brzuchatego łydki, PŁA – mięsień płaszczkowaty.

Fig.27. Image of the normal distal part of the medial head of the gastrocnemius muscle. Arrows indicate typical course and meeting angle of the gastrocnemius intramuscular fibers and distal core tendon together with adjacent soleus distal core tendon (arrowheads). TP – subcutaneous fatty tissue, GPB – medial head of the gastrocnemius, PŁA – soleus muscle.

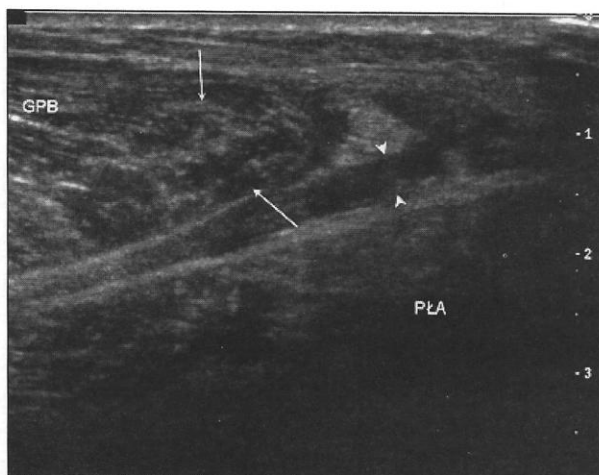
Charakterystyczną cechą uszkodzenia tego mięśnia stanowi utrata ostrego kąta pomiędzy śródmięśniowymi włóknami kolagenowymi i rdzeniem ścięgnistym mięśnia (ryc.28,29). Włókna zbiegające się w kierunku rdzenia ulegają zakrzywieniu, brzusiec w miejscu uszkodzenia zaokrągleniu. Obrzęk związany z uszkodzeniem brzuśca początkowo podnosi (jaśniej), a z biegiem czasu obniża (ciemniej) echogeniczność tej części mięśnia. Wynika to z natury nastrzyknięcia krwią mięśnia. Fenomen wysokoehogenicznych (jasnych) odbić obserwuje się również na przykład po wstrzyknięciu autologicznej krwi do strefy naderwanego ścięgna. Zawsze przy uszkodzeniach m. brzuchatego widoczny jest obrzęk i/lub przerwanie ciągłości rdzenia ścięgnistego mięśnia (ryc.28,29) na poziomie i w dużym zakresie (kilka cm) poniżej/powyżej centralnej strefy uszkodzenia brzuśca.

A characteristic feature of distal gastrocnemius tear is loss of small angle between bright intramuscular tendinous lines and the distal core tendon. Distal lines of intramuscular bundles become round and distal end of the torn part of the belly is round. (fig.28,29). Oedema always associated with muscle tear may increase (brighten) or decrease (darken) echogenicity of the torn part of a muscle depending on the severity of haematoma – similarly to subcutaneous tissue. Oedema of the injured core tendon is always visible above and below the muscle tear region (fig.28,29).



Ryc.28. Obraz częściowego przerwania rdzenia ścięgnistego głowy przyśrodkowej m. brzuchatego łydki na poziomie obwodowym, przekrój podłużny. GPB – głowa przyśrodkowa m. brzuchatego łydki, PŁA – m. płaszczkowaty, strzałki – miejsca przerwania włókien obwodowego rdzenia, groty strzałek – obrzęknięte (nadmianka krwawa) włókna przerwanej rdzenia, strzałka z kulką – kierunek penetracji krwiaków mogących pojawiać się w miejscu uszkodzenia.

Fig.28. Longitudinal image of the partial tear of the distal medial gastrocnemius muscle and its core tendon. GPB – medial head of the gastrocnemius, PŁA – soleus, arrows and arrowheads – torn, oedematous tendon, arrow with a point – direction of haematoma spread if present.

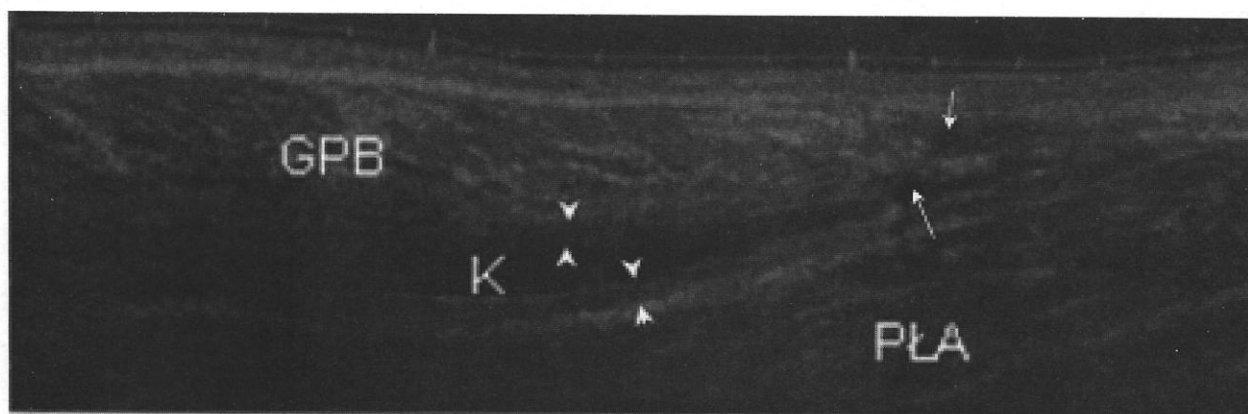


Ryc.29. Obraz częściowego przerwania obwodowego rdzenia ścięgnistego głowy przyśrodkowej m. brzuchatego łydki na poziomie dystalnym, przekrój podłużny. GPB – głowa przyśrodkowa m. brzuchatego łydki, PŁA – m. płaszczkowaty, strzałki – strefa uszkodzenia włókien ścięgnistych i mięśniowych, groty strzałek – obrzęknięte włókna przerwanej ścięgna.

Fig.29. Longitudinal image of the partial tear of the distal medial gastrocnemius muscle and its core tendon. GPB – medial head of the gastrocnemius, PŁA – soleus, arrowheads – torn, oedematic tendon, arrows – muscle tear zone.

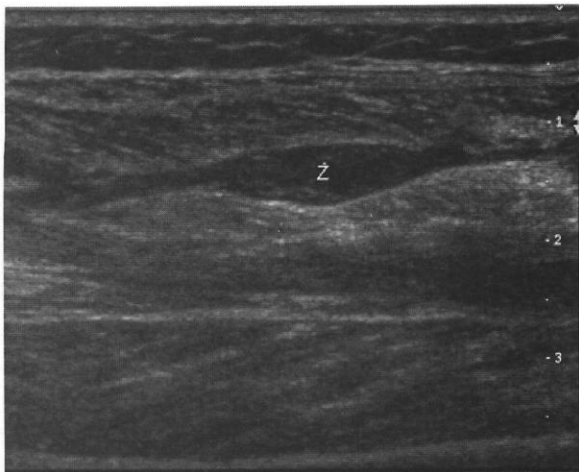
○ ile dojdzie do wynaczynienia krwi po zerwaniu m. brzuchatego łydki, bardzo częstym zjawiskiem jest długotrwałe utrzymywanie się początkowo krwiaka, a następnie po jego zhemolizowaniu wysięku w przestrzeni między głową przyśrodkową m. brzuchatego łydki i m. płaszczkowatym (ryc.30). Utrzymywanie się takiego zbiornika może powodować odkładanie się warstw złogów włóknika na rdzeniu ścięgnistym m. płaszczkowatego i brzuchatego co w efekcie doprowadza do wytworzenia grubej blizny w tym przedziale daleko poza strefę samego uszkodzenia.

If the tear is severe enough and a haematoma is present, it will locate between gastrocnemius and soleus. That haematoma (later it becomes hemolytic and finally turns into a serum fluid collection) may become a persistent collection dissecting both muscles and preventing the healing process (fig.30). Presence of such collection will in time develop a thick fibrous layer on the core tendons and thus change elasticity of this complex (fig.30).



Ryc.30. Pogrubiałe/zbliznowaczone rdzenie ścięgniste (groty strzałek) m. płaszczkowatego (PŁA) i głowy przyśrodkowej m.brzuchatego łydki (GPB) po częściowym zerwaniu obwodowej części brzośca/rdzenia ścięgnistego głowy przyśrodkowej m. brzuchatego łydki (strzałki). K – krwiak lub wysięk rozwarstwiający brzośce mięśniowe.

Fig.30. Thickened/scarified core tendons of the medial gastrocnemius (GPB) and soleus (PŁA) muscles (arrowheads). K – haematoma or effusion dissecting the two muscles, arrows – partially torn gastrocnemius tendon.



Ryc.31. Skrzeplina w świetle żyły śródmięśniowej (Z).

Fig.31. Clot within an intramuscular vein (Z).

W diagnostyce ultrasonograficznej mięśni istotnym elementem jest co najmniej pobieżna ocena naczyń żylnych układu głębokiego, a w przypadku wątpliwości niezwłoczne skierowanie pacjenta na badanie konsultacyjne. Podstawowym bowiem powikłaniem uszkodzenia i obrzęku mięśnia jest zakrzepica żylna (ryc.31).

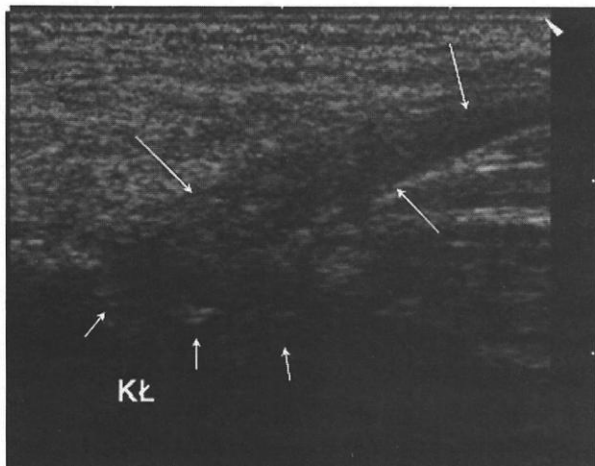
In case of muscle or subcutaneous fat tissue trauma it is important to assess the deep vein system. In case of doubt the patient should be immediately consulted by a vessel specialist. The main and most severe complication of such injuries is deep vein thrombosis (fig.31).

Mięśnie przywodziciele

Mięsień przywodziciel długi jest najczęściej chorującym mięśniem z grupy mięśni przywodzicieli uda. Wspomnieć należy, że bardzo częstym zjawiskiem są tutaj (i nie tylko w tym mięśniu) naderwania, blizny, nadżerki i osteofity zarówno przyczepu kostnego jak i naderwania oraz blizny samego bliższego ścięgna przywodziciela długiego (ryc.32) nazywane ogólnikowo entezopatiami. Stąd w konsekwencji nierzadkim uszkodzeniem tego mięśnia jest masywne częściowe lub całkowite przerwanie jego ścięgna w okolicy przyczepu (ryc.33,34). W przypadku częściowych zerwań naturalne jest pojawienie się procesu naprawczego z nowotworzeniem naczyń. Patologie te nieszczęśliwie mylone są z procesem zapalnym przyczepu i są często leczone jako zapalenie, co jak wiadomo skutecznie hamuje procesy naprawcze.

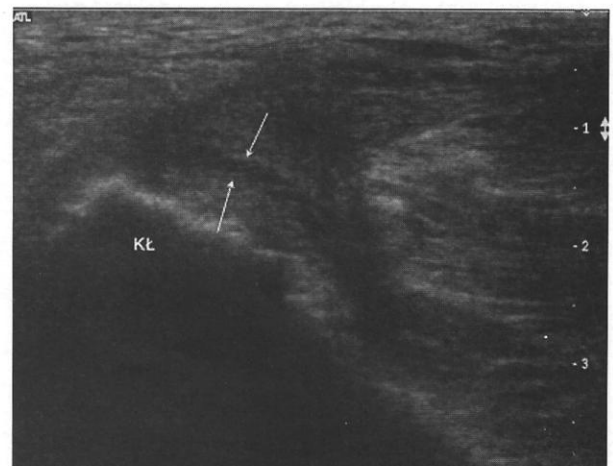
Adductor muscles

Adductor longus is the most frequently torn muscle within this group. It is important to remember that micro tears and scars of the proximal tendon as well as osteophytes or erosions of the pubic origin surface are extremely frequent here (fig.32). These are called enthesopathies. As a consequence of above it is not a rarity to see II° or III° tears of the proximal tendon (fig.33,34). Tears, especially partial induce regeneration process with new vessels formation. Those are unhappily mistaken for inflammatory processes (in fact swelling, tenderness and hypervascularity represent mainly a reparative process) and treated like inflammation. It is a common knowledge that anti-inflammatory treatment does not promote healing.



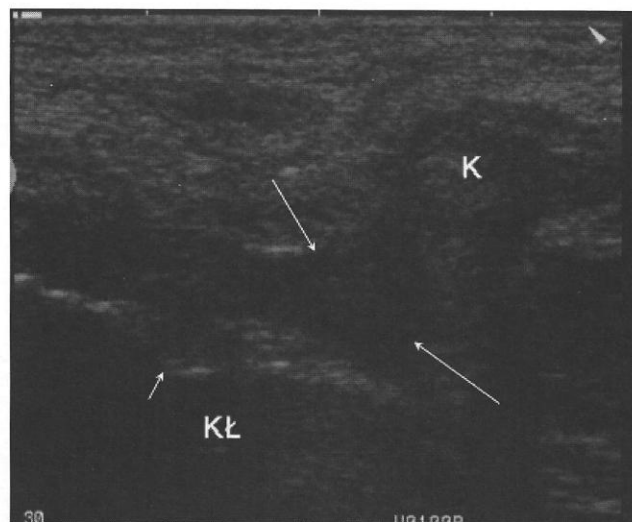
Ryc.32. Obraz ścięgna m. przywodziciela długiego (długie strzałki) na poziomie przyczepu łonowego. Krótkie strzałki wskazują strefę nadżerek/blizn w polu przyczepu.

Fig.32. Image of the adductor longus proximal tendon (long arrows) at the pubic insertion. Short arrows – erosion/scar tissue in the area of the tendon insertion.



Ryc.33. Obraz częściowego przerwania ścięgna m. przywodziciela długiego w bezpośrednim sąsiedztwie przyczepu łonowego. Strzałki oznaczają szczelinę przerwanej ścięgna. Brak obkurczenia ścięgna w kierunku obwodowym wynika z obecności ciągłych włókien ścięgna (niewidocznych na tym zdjęciu).

Fig.33. Image of a partial adductor longus tendon tear at the pubic (KŁ) insertion. Arrows indicate the tear site. No serious tendon retraction is seen due to continuity of some tendon fibers (not in this layer)



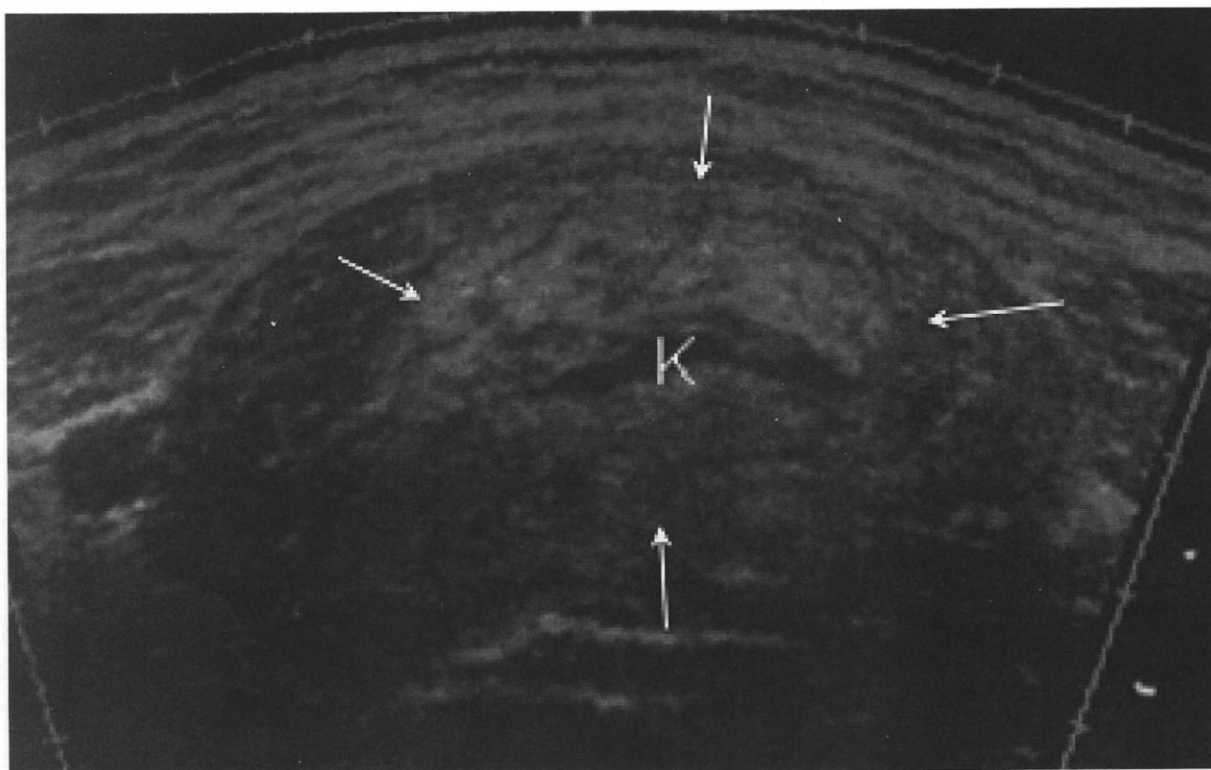
Ryc.34. Obraz całkowitego przerwania bliższego ścięgna m. przywodziciela długiego w jego przyczepie łonowym. K – kikut przerwanej ścięgna, długie strzałki – krwiak w anatomicznym rzucie ścięgna, krótka strzałka – nadżerka w polu przyczepu do kości łonowej (KŁ).

Fig.34. Image of a total adductor longus proximal tendon insertion tear. K – stump of the torn tendon (typically rounded and oedematic with irregular structure), long arrows – haematoma along the previous tendon course, short arrow – erosion of the pubic bone at the insertion.

Jeżeli przerwaniu ulega bliższy rdzeń ścięgnisty i brzusiec wokół jego śródmięśniowej części obraz w przekroju zarówno poprzecznym, jak i podłużnym przypomina wybuch mięśnia do którego doszło w niemal samym jego centrum (ryc. 35,36). Krwiak, jeżeli istnieje, położony jest centralnie, w anatomicznym rzucie przerwanej rdzenia ścięgnistego. Wokół krwiaka zawsze widoczna jest rozległa strefa nadzianki krwawej. Ciągłość mięśnia jako całości jest z reguły zachowana.

Uszkodzenie tego typu (i nie tylko tego) jeżeli diagnozowane w pierwszych 1-4 dobach po urazie, wymaga powtórnej oceny po ok. 7-10 dniach od momentu uszkodzenia. Ocena odroczonego mięśnia w tym okresie

If the intramuscular proximal core tendon and surrounding fibers are torn, the muscle looks as if a small explosive blew up in the middle of the muscle belly (fig. 35,36). A haematoma, if present, will be located centrally inside the edema zone, along the torn core tendon anatomical position. The continuity of the muscle as a whole is preserved. This type of injury, if diagnosed within first 1-4 days post trauma will need a reassessment 7-10 after the event of a tear. A delayed assessment is important due to frequent „sponge effect”. The sponge effect is blood collection formation where blood is delivered from the oedema zone (because oedema of the muscle means intramuscular hemorrhage of torn micro vessels). Blood collection

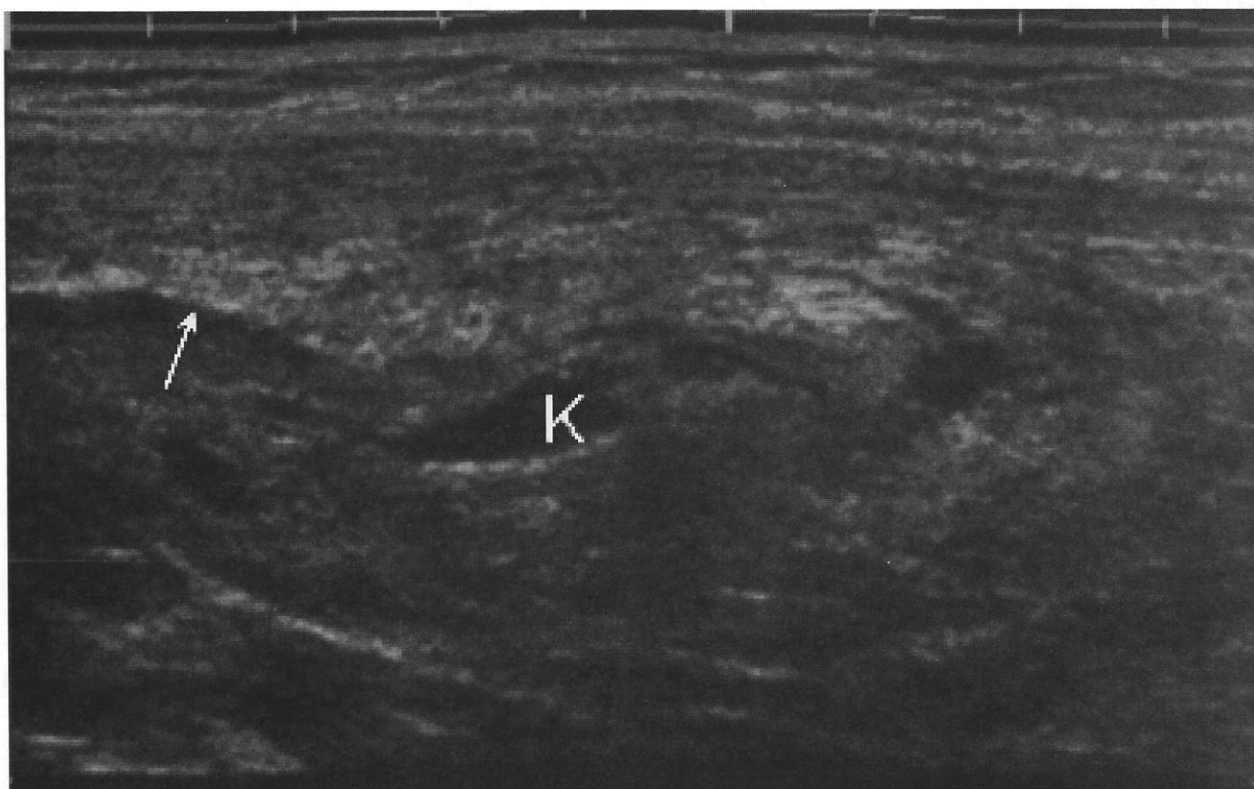


Ryc.35. Obraz przerwania bliższego rdzenia ścięgnistego m. przywodziela długiego. K – krwiak, strzałki – strefa obrzęku/nadzianki krwawej uszkodzonego mięśnia (przekrój poprzeczny).

Fig.35. Transverse image of the adductor longus proximal core tendon tear. K – haematoma, arrows – oedema zone.

jest istotna z powodu możliwego wystąpienia „efektu gąbki”. Efekt gąbki polega na wypływananiu krwi ze strefy obrzęku/nadżianki krwawej, do przestrzeni najczęściej położonej w centrum tej strefy lub poza brzuścem mięśniowym. Z upływem czasu w obrębie lub okolicy strefy zerwania/obrzęku może pojawić się zbiornik krwiaka. Jest to istotny moment z tego powodu, że krew wyciskana z mięśnia jak z gąbki wypływając do zamkniętej przestrzeni (o ile podczas zerwania dojdzie do jej utworzenia) powoduje zmniejszenie ciśnienia krwi w obrębie obszaru nadżianki krwawej i tym samym do zmniejszenia, a czasem nawet do zniesienia dolegliwości bólowych. Mamy wtedy do czynienia z sytuacją kiedy pacjent w okresie 7-14 dni po ciężkim urazie mięśnia

will be located inside or/and outside a torn muscle depending on the core tendon location. Blood squeezed out the edema zone (thus decreasing the intramuscular pressure which seems to be one of fundamental factors contributing to pain) to the low-pressure cavity will cause important or complete loss of pain symptoms. So eventually we may have a patient with a severe II° muscle tear, large haematoma and no symptoms which means that he/she feels that it is time to come back to regular training or play. There is no better way to tear a muscle completely. It is very important that when a sponge effect appears the blood should be drained every 2-3 days until a tendency of collection volume decrease is evident. Usually after 3 drainage proce-



Ryc.36. Obraz przerwania rdzenia ścięgnistego/m. przywodziela długiego śródmięśniowo. K – krwiak w centrum strefy obrzęku, strzałka – obrzęknięty rdzeń ścięgnisty mięśnia powyżej przerwania (przekrój podłużny, pacjent z ryc. poprzedniej).

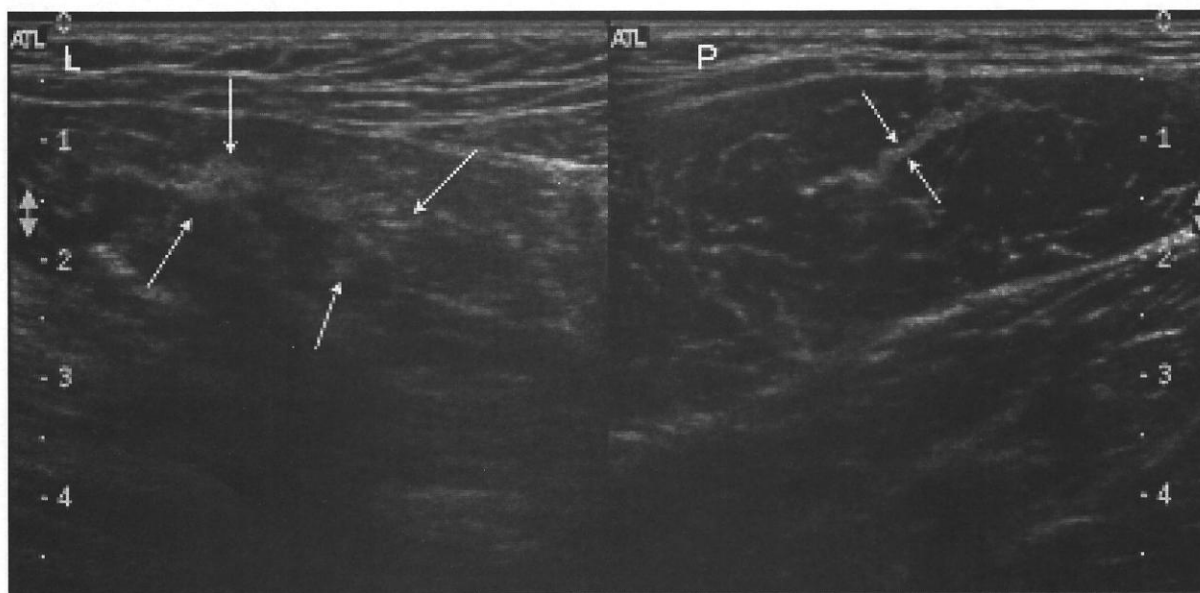
Fig.36. Longitudinal image of the adductor longus proximal core tendon tear. K – haematoma, arrow – proximal core tendon above the tear zone.

przestaje odczuwać dolegliwości. Powrót do aktywności fizycznej w tym momencie skończyć się może powtórny poważnym uszkodzeniem ponieważ faktycznie mamy do czynienia ze zmniejszeniem obrzęku mięśnia ale i jednoczesnym pojawieniem się dużego krwiaka, wymagającego ewakuacji. Proces regeneracji jest w swojej początkowej fazie. Ważne jest również to, że o ile pojawi się efekt gąbki, to mięsień taki należy monitorować co 2-3 dni (ewakuacja krwiaka), aż do całkowitego ustania tego procesu. Jeżeli w okresie powyżej 10 dnia od urazu nie pojawi się zbiornik krwiaka to z praktyki autora wynika, że nie pojawi się on w ogóle, o ile nie dojdzie do powtórnego urazu.

Częstą przyczyną dolegliwości po tego typu uszkodzeniach są sztywne blizny, położone w tym przypadku śródmięśniowo (ryc.37,39). Mają one charakter ja-

dures blood becomes diluted with serum, which means that the intramuscular hemorrhage is nearly washed out and the muscle is regaining normal homeostasis. No blood means less delivery for the fibrous scar formation. If the blood collection does not appear after 7-10 days post injury author's experience shows it will not appear at all. Unless there is another injury.

A frequent cause of symptoms after that kind of injury are stiff fibrotic scars, located in this case inside a muscle (fig. 37,39). They give bright, diffused reflections of irregular structure. Their characteristic feature is blurred architecture and thickening compared to normal core tendon or its branch (fig. 37,38). It is important to compare suspicious tendon bundles, and no less important to remember that not everybody is identically symmetrical. It can't be too easy.



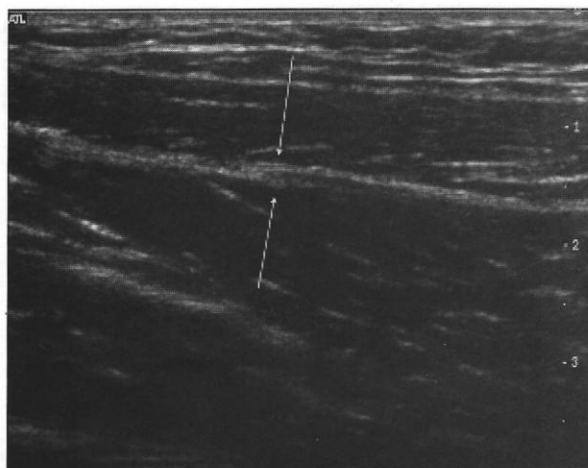
Ryc.37. Strzałki na zdjęciu po stronie lewej wskazują strefę zbliznowceń po przebytym przerwaniu rdzenia ścięgnistego m. przywodziciela długiego na odcinku śródbrzuścowym. Strzałki na zdjęciu po stronie prawej wskazują prawidłowy obraz rdzenia ścięgnistego m. przywodziciela długiego (przekroje poprzeczne).

Fig.37. Arrows on the left side (L) indicate a fibrous scar formed after an adductor longus proximal core tendon tear. Arrows on the right side (R) indicate a normal adductor longus proximal core tendon (transverse scans).

snych (hiperechogenicznych) struktur o nieregularnej morfologii. Ich charakterystyczną cechą jest zatarta architektura i pogrubienie w porównaniu do prawidłowego rdzenia ścięgniętego (ryc. 37,38). Należy przy tym pamiętać, że drobne różnice rysunku morfologicznego mięśni po prawej i lewej stronie są normalnym zjawiskiem i mogą znacznie utrudniać postawienie diagnozy.

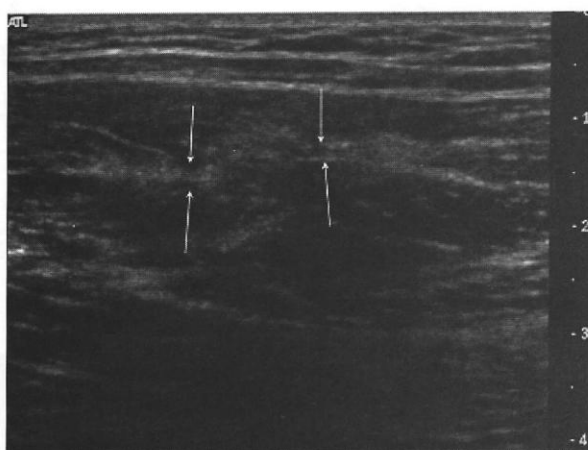
Ryc.38. Obraz prawidłowego rdzenia ścięgniętego m. przywodziciela długiego w przekroju podłużnym - strzałki.

Fig.38. Longitudinal image of a normal adductor longus proximal core tendon (arrows).



Ryc.39. Obraz blizn po przebyłym przerwaniu rdzenia ścięgniętego m. przywodziciela długiego (strzałki) w przekroju podłużnym.

Fig.39. Longitudinal image of a fibrous scar formed after an adductor longus proximal core tendon tear.

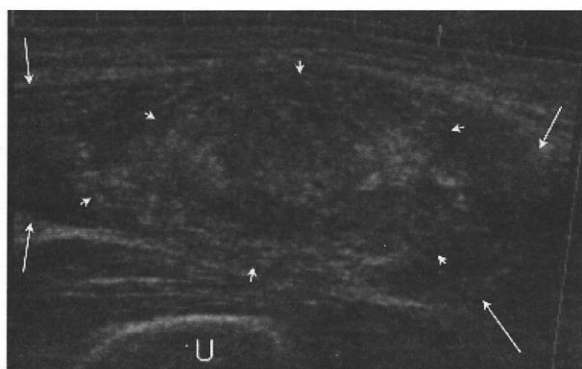


Głowa prosta mięśnia czworogłowego uda

W obrębie najczęściej uszkodzanego u człowieka mięśnia - m. czworogłowego uda (Van Holsbeeck i wsp) na czoło wysuwają się uszkodzenia jego głowy prostej. Najczęściej w jego obrębie uszkodzeniu ulega bliższy rzeń ścięgnięty mięśnia. Daje to, podobnie jak w przywodzicielu długim, efekt masywnego obrzęku zajmującego centrum brzośca. Obrzęk przy tych uszkodzeniach zazwyczaj powoduje podwyższenie echogeniczności (jaśniejszej) mięśnia wzdłuż jego rdzenia ścięgniętego (ryc.40). Ciemne (niskoechogeniczne) strefy w obrębie obrzęku najczęściej oznaczają obecność wysyczonej nadzianki krwawej lub krwiaka (ryc.41,42) i powinny być monitorowane pod kątem pojawienia się efektu gąbki.

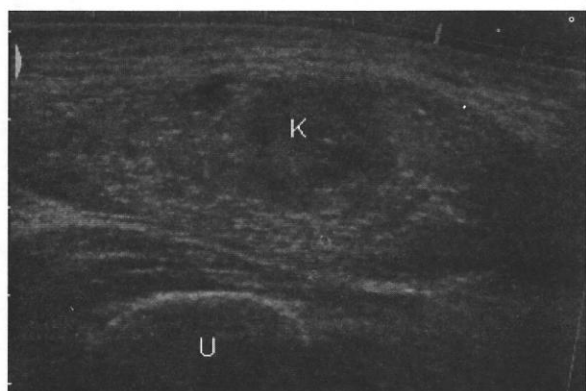
Rectus femoris muscle

Among all quadriceps heads a rectus femoris is a leader in terms of injuries. Proximal core tendon is most frequently torn. Similarly to adductor longus a massive edema occupies central portion of the belly. Usually with I° tears edema will increase echogenicity along the core tendon (fig.40). Appearance of a dark zone within bright edema will mean a presence of highly blood-saturated edema or a blood collection (fig.41,42) that is a II° tear.



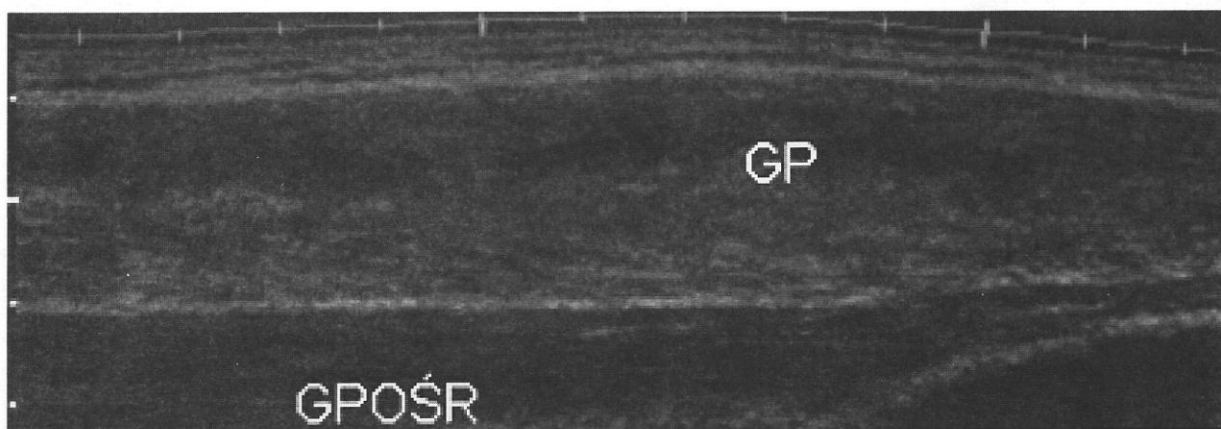
Ryc.40. Obraz rozległego uszkodzenia rdzenia ścięgniętego m. prostego uda (zarysy całego mięśnia oznaczone długimi strzałkami), przekrój poprzeczny. Krótkie strzałki oznaczają strefę obrzęku mięśnia wokół uszkodzonego rdzenia ścięgniętego. U – kość udowa.

Fig.40. Transverse image of an extensive rectus femoris (arrows) tear along its proximal core tendon. Short arrows indicate a zone of intramuscular oedema along the centrally located proximal core tendon. U – femur.



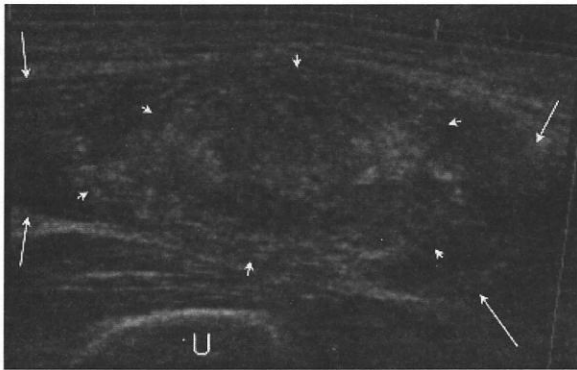
Ryc.41. Obraz rozległego uszkodzenia rdzenia ścięgniętego m. prostego uda (przekrój poprzeczny). K – wysycona nadzianka krwawa w centralnej części strefy obrzęku. U – kość udowa.

Fig.41. Patient from the previous fig., different level. Transverse image of an extensive rectus femoris (arrows) tear along its proximal core tendon. Short arrows indicate a zone of intramuscular edema along the centrally located proximal core tendon. The center of edema (K) is hypoechoic (dark) which means that the amount of blood in the center of edema zone is high. U – femur.



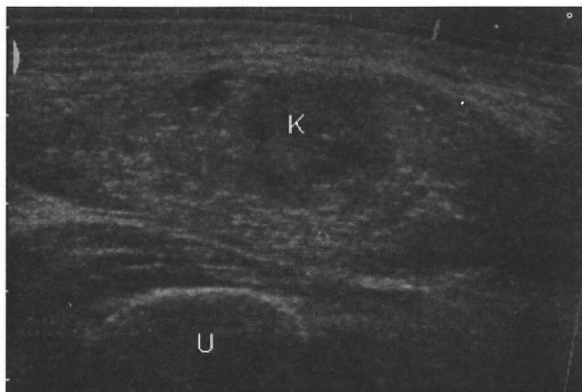
Ryc.42. Obraz obrzęku po rozległym uszkodzeniu rdzenia ścięgniętego m. prostego uda (przekrój podłużny). GP – głowa prosta, GPOŚR – głowa pośrednia m. czworogłowego uda.

Fig.42. Longitudinal image of the rectus femoris tear along the proximal core tendon. GP – rectus femoris, GPOŚR – vastus intermedius. Note extensive loss of muscle structure.



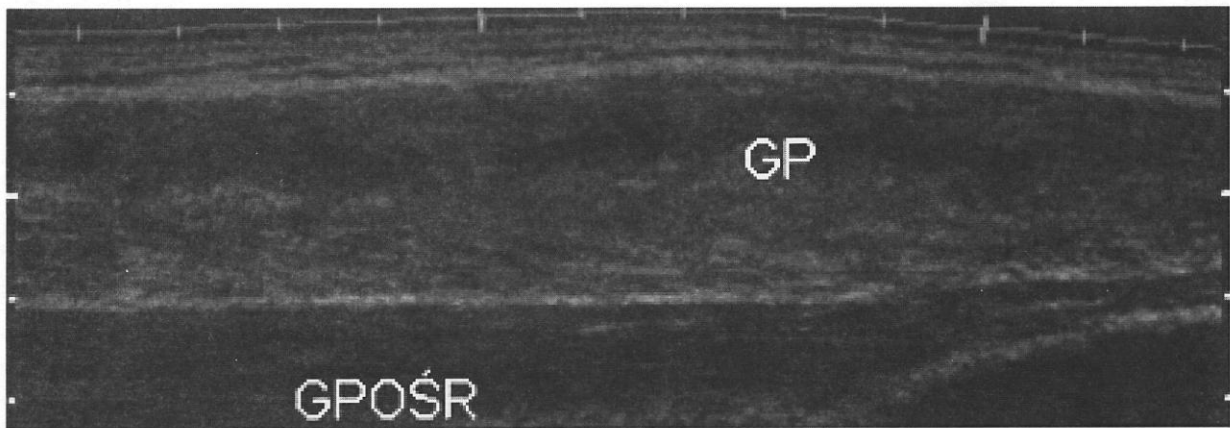
Ryc.40. Obraz rozległego uszkodzenia rdzenia ścięgnistego m. prostego uda (zarysy całego mięśnia oznaczone długimi strzałkami), przekrój poprzeczny. Krótkie strzałki oznaczają strefę obrzęku mięśnia wokół uszkodzonego rdzenia ścięgnistego. U – kość udowa.

Fig.40. Transverse image of an extensive rectus femoris (arrows) tear along its proximal core tendon. Short arrows indicate a zone of intramuscular oedema along the centrally located proximal core tendon. U – femur.



Ryc.41. Obraz rozległego uszkodzenia rdzenia ścięgnistego m. prostego uda (przekrój poprzeczny). K – wysycona nadzianka krwawa w centralnej części strefy obrzęku. U – kość udowa.

Fig.41. Patient from the previous fig., different level. Transverse image of an extensive rectus femoris (arrows) tear along its proximal core tendon. Short arrows indicate a zone of intramuscular edema along the centrally located proximal core tendon. The center of edema (K) is hypoechoic (dark) which means that the amount of blood in the center of edema zone is high. U – femur.

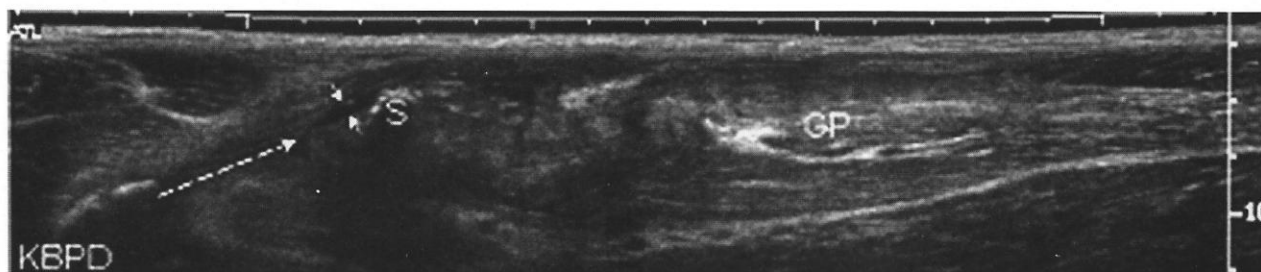


Ryc.42. Obraz obrzęku po rozległym uszkodzeniu rdzenia ścięgnistego m. prostego uda (przekrój podłużny). GP – głowa prosta, GPOŚR – głowa pośrednia m. czworogłowego uda.

Fig.42. Longitudinal image of the rectus femoris tear along the proximal core tendon. GP – rectus femoris, GPOŚR – vastus intermedius. Note extensive loss of muscle structure.

Zaniedbane uszkodzenia tego mięśnia mogą spowodować rozległe zbliznowacenia i przedwcześnie zakończyć karierę sportową pacjenta (ryc.43).

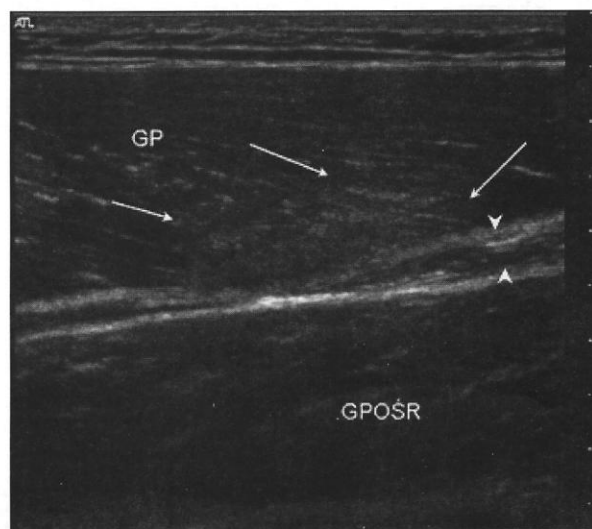
Neglected tears of rectus femoris may cause severe and vast scar formation and finally a total tear that may terminate a sport career at its early stage (fig.43).



Ryc.43. Obraz zastarzałego, wielokrotnego uszkodzenia bliższego rdzenia ścięgniętego m. prostego uda (GP) oraz całkowitego przerwania bliższego ścięgna mięśnia. S – zbliznowaony kikut bliższy przerwanej ścięgna, krótkie strzałki – strefa krwiaka lub wysięku opłaszczającego kikut, przerywana strzałka – lokalizacja anatomiczna ścięgna bliższego głowy prostej, KBPD – kołec biodrowy przedni dolny (zniekształcony osteofitycznie).

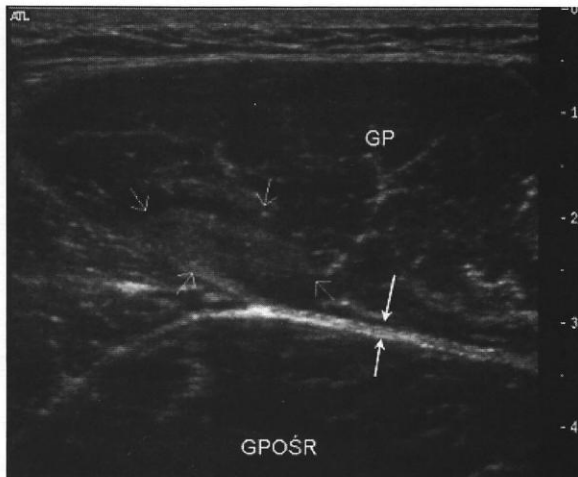
Fig.43. Longitudinal image of the rectus femoris (GP). The muscle sustained multiple, never diagnosed, never treated tears of the proximal tendon/core tendon. Finally the proximal tendon was completely torn (its previous location is marked by the long arrow). S – fibrotic scar at the proximal end of the muscle stump, short arrows – fluid (blood or serum) around the stump, KBPD – spina iliaca anterior inferior (with additional calcified scars on it).

Na wszystkich poziomach m. prostego uda (podobnie jak w przywodzicielu długim) spotyka się również uszkodzenia brzeżne mięśnia (ryc. 44,45), co wynika oczywiście z jego anatomii. Rdzeń ścięgnięty obwodowy jest bowiem położony na powierzchni brzuszca, główna masa jego włókien zlokalizowana jest od tyłu mięśnia, bezpośrednio przy rdzeniu ścięgniętych mięśnia obszernego pośredniego.



Ryc.44. Strefa obrzęku/blizny (strzałki) po przerwaniu włókien biegnących do zewnętrznego obwodowego rdzenia ścięgniętego m. prostego uda (przekrój podłużny). Groty strzałek – obrzęknięty obwodowy rdzeń ścięgnięty ze strefą obrzęku pomiędzy głową prostą i pośrednią mięśnia czworogłowego uda, GP – głowa prosta, GPOŚR – głowa pośrednia m. czworogłowego uda.

Fig.44. Longitudinal image of a scar/edema (arrows) after an injury of fibers running towards a distal core tendon located outside, on the posterior wall of rectus femoris muscle (GP). GPOŚR – vastus intermedius muscle.



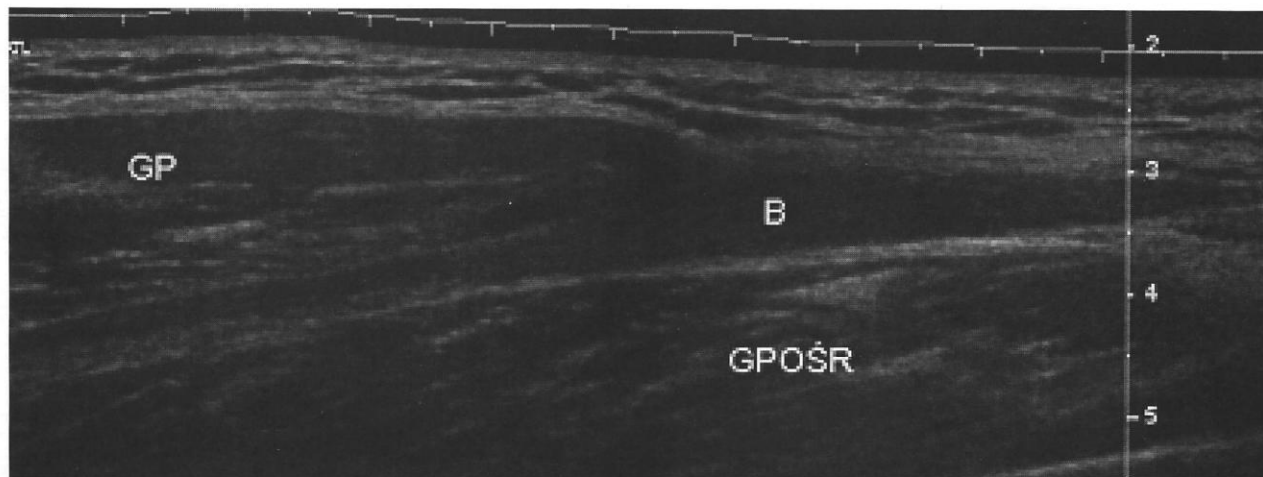
Ryc.45. Pacjent z ryc. poprzedniej. Strefa obrzęku/blizny (cienkie strzałki) po przerwaniu włókien biegnących do obwodowego rdzenia ścięgnistego (grube strzałki oznaczają jego nieuszkodzoną część) m. prostego uda (przekrój poprzeczny). GP – głowa prosta, GPOŚR – głowa pośrednia m. czworogłowego uda.

Fig.45. Transverse image (patient from previous fig.) of a scar/edema (short arrows) after an injury of fibers running towards a distal core tendon (long arrows) located outside, on the posterior wall of rectus femoris muscle (GP). GPOŚR – vastus intermedius muscle.

○ ile przy niewielkich uszkodzeniach nie dochodzi do wynaczynienia krwi to przy masywniejszych przerwaniach krwiak wylewa się, analogicznie do m. trójgłowego łydki, do przestrzeni pomiędzy głową prostą i pośrednią. Jeżeli moment ten zostanie przeoczony i krwiak nie zostanie zdrenowany, może to doprowadzić do utworzenia się grubej, sztywnej blizny (ryc.46) zlepiającej ścięgno m. prostego ze ścięgnem m. pośredniego i usztywniającej cały ten kompleks. Stąd istotna jest wczesna diagnostyka i opróżnianie krwiaków, w razie potrzeby ponawiane. Masywne urazy tego odcinka mięśnia doprowadzają również do cofnięcia się masy brzośca w kierunku bliższym, co owocuje zaokrągleniem jego obwodowego końca.

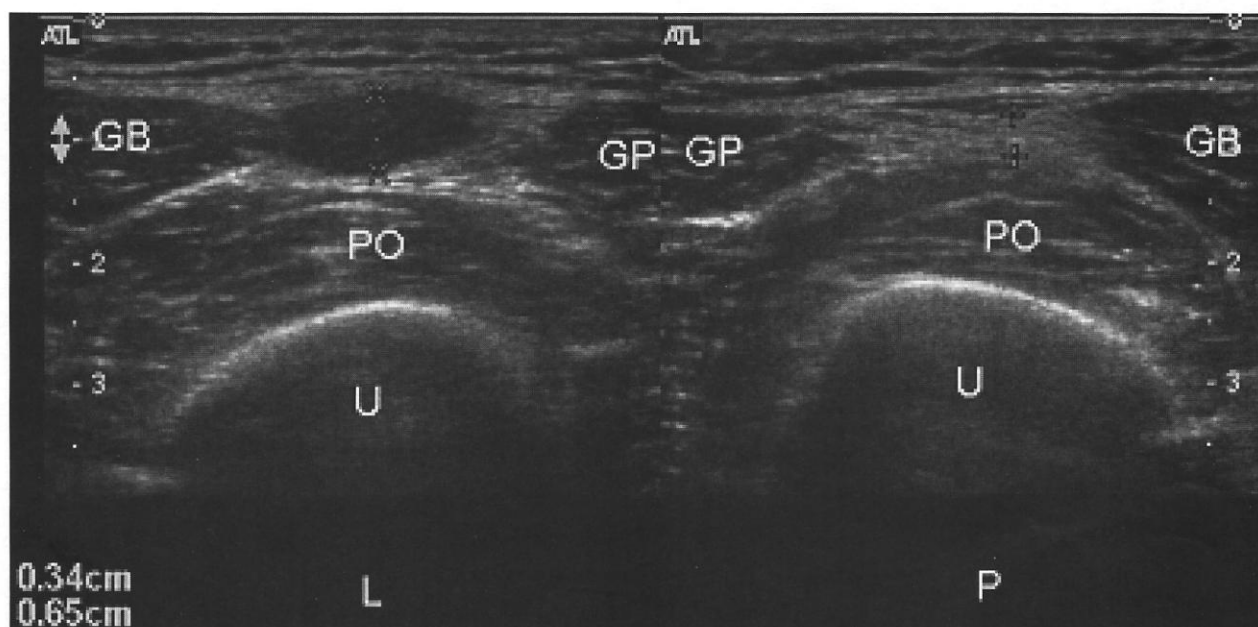
On all levels of rectus femoris (similarly to adductor longus) peripheral tears can be seen (fig. 44,45). This is of course determined by the anatomy of the muscle. Distal core tendon collects distal fibers on the posterior surface of the belly adjacent to the core tendon of vastus intermedius.

If a haematoma is present it will appear outside a muscle, in the zone between vastus intermedius and rectus femoris, just like in case of triceps surae. Again, if a haematoma is missed and not emptied, a thick scar will appear bonding vastus intermedius and rectus core tendons. Such stiffening of this mechanism is the least wanted outcome of the trauma (fig.46). Early diagnostic imaging and, if necessary a US-controlled intervention, is essential to optimal patient care.



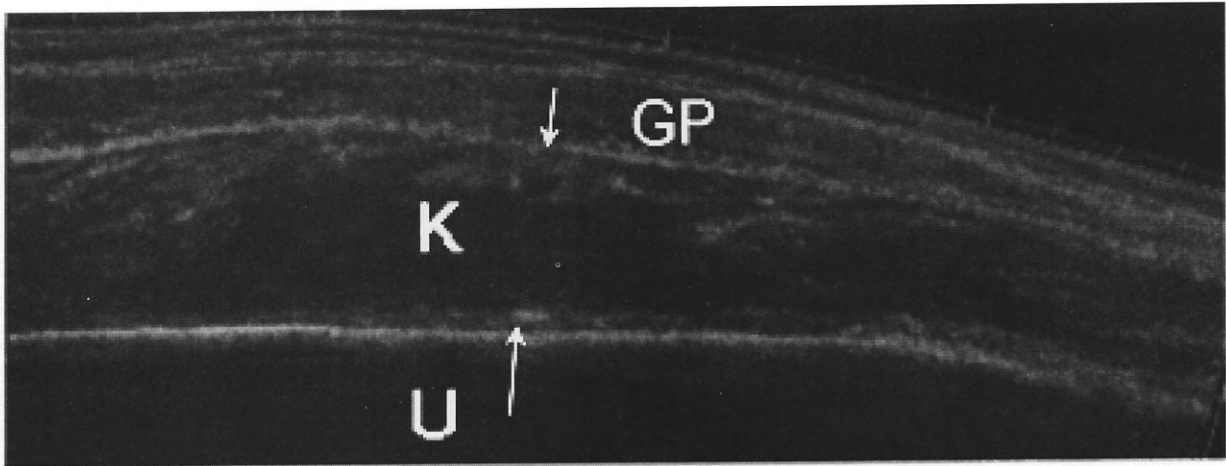
Ryc.46. Świeża blizna/obrzęk (B) obwodowego rdzenia ścięgnistego głowy prostej i w mniejszym stopniu pośredniej m. czworogłowego uda (przekrój podłużny). GP – głowa prosta o zaokrąglonym obwodowym końcu, GPOŚR – głowa pośrednia.

Fig.46. Longitudinal image of a fresh haematoma clot "blended" together with oedema (B) of partially torn distal rectus femoris (GP) core tendon. GPOŚR – vastus intermedius.



Ryc.47 Pacjent z ryc. poprzedniej. Świeża blizna/obrzęk obwodowego rdzenia ścięgnistego głowy prostej i pośredniej m. czworogłowego uda (L) w porównaniu do strony zdrowej (P). U – kość udowa, GB – głowa boczna m. czworogłowego, GP – głowa przyśrodkowa m. czworogłowego uda, PO – m. obszerny pośredni.

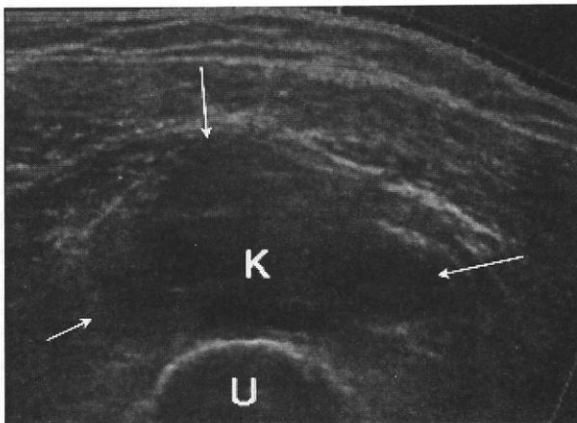
Fig.47. Patient from previous fig. L – affected side, P – healthy side. Transverse image of a fresh oedema (dark oval space between measuring marks on L) of partially torn distal rectus femoris (GP) core tendon. GPOŚR – vastus intermedius. U – femur, GB – vastus lateralis, GP – vastus medialis, PO – vastus intermedius.



Ryc.48. Obraz zmiążdżeniowego uszkodzenia mięśnia obszernego pośredniego - strzałki. K – skrzepły krwiak, U – kość udowa, GP – głowa prosta m. czworogłowego uda (przekrój podłużny).

Fig.48. Longitudinal image of vastus intermedius muscle (arrows) after a direct injury. K - area of the mashed muscle/haematoma, U – femur, GP – rectus femoris muscle.

Zupełnie inny obraz od opisanych powyżej, obserwuje się po urazach bezpośrednich mięśni. Najczęściej w takich przypadkach dochodzi do zmiążdżeniowego uszkodzenia mięśnia obszernego pośredniego (ryc.48,49). Spowodowane jest to faktem, że przy urazach tego typu największemu urazowi ulega mięsień położony bezpośrednio na kości.



Direct injuries

A completely different world appears after a direct trauma against a blunt hard subject. Most susceptible to injuries of this type is vastus intermedius as it is the muscle directly lying on the femur – the hardest part of a thigh (fig.48,49). The images are typical and include massive dark-type edema (mashed tissue highly saturated with blood), haematoma, loss of structure mainly in the area adjacent to the bone. In most cases neither subcutaneous tissue nor superficially located muscles get seriously injured.

Ryc.49. Obraz zmiążdżeniowego uszkodzenia mięśnia obszernego pośredniego. K, strzałki – skrzepły krwiak, U – kość udowa (przekrój poprzeczny).

Fig.49. Transverse image of vastus intermedius muscle (arrows) after a direct injury. K, arrows - area of the mashed muscle/haematoma, U – femur.

Godnym szczególnego podkreślenia jest fakt bardzo szybkiego (kilka godzin) krzepnięcia krwiaka po takich urazach. Krwiaki są zjawiskiem wyjątkowo sprzyjającym tworzeniu się przerośniętych blizn bądź to śródmięśniowo, bądź pomiędzy brzuścami mięśniowymi. Stąd konieczność szybkiej diagnostyki i ewentualnej interwencji w postaci drenażu krwiaka. W przypadku urazów bezpośrednich mięśnia obszernego pośredniego sytuację komplikuje towarzyszące im stłuczenie kości udowej połączone z uszkodzeniem okostnej. Częstym powikłaniem po takich urazach jest tworzenie się skostnień w obrębie blizny (ryc.50) określanych mianem myositis ossificans sugerującym proces zapalny, podczas gdy jest to głównie proces naprawczy. Proces taki jest zrozumiąły w sytuacji kiedy uszkodzenie okostnej otwiera szeroko drogę dostawy minerałów do blizny.

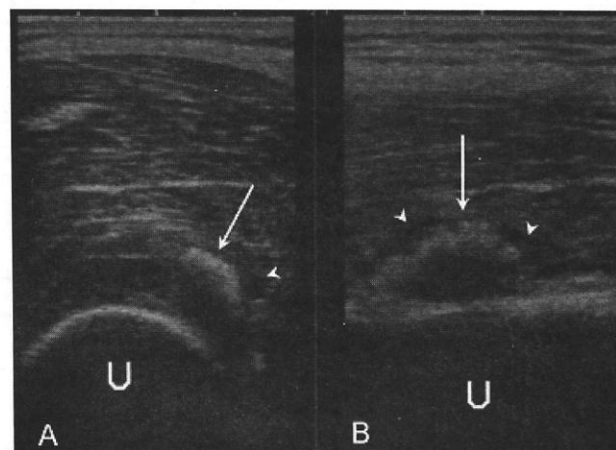
Mięsień dwugłowy uda

W przypadkach bliższych i obwodowych kontuzji cechy uszkodzeń pojawiać się będą wzdłuż rdzenia ścięgnistych, a krwiak, jeśli obecny, lokalizował się będzie pomiędzy mięśniami, a nawet w tkance podskórnej, o ile przerwanio ulegnie powięź. W wielu przypadkach uszkodzeń bliższego ścięgna i rdzenia ścięgnistego m. dwugłowego uda trudno jest wykluczyć uszkodzenie przylegającego doń rdzenia ścięgnistego m. półścięgnistego. Nierzadko oba ścięgna/rdzenie są uszkodzone.

Uszkodzenia śródmięśniowe mięśnia dwugłowego zlokalizowane są wzdłuż odgałęzień obwodowego odcinka bliższego rdzenia ścięgnistego.

Obwodowy rdzeń ścięgnisty głowej długiej mięśnia położony jest na zewnątrz brzuśca od strony bocznej. Z tego względu przy uszkodzeniach obwodowej części mięśnia obrzęku należy szukać przede wszystkim na jego przebiegu, a krwiaków w przestrzeniach międzymięśniowych i w tkance podskórnej. W przekrojach podłużnych obserwuje się wtedy rozrzedzenia architektury mięśnia, głównie na obwodzie, przy i w obrębie przejścia włókien kolagenowych śródmięśniowych na zewnątrz brzuśca, gdzie dołączają one do rdzenia ścięgnistego. Zaburzenia te polegają na podwyższe-

Haematoma in this type of injury clot very quickly (within hours). Haematoma is promoting extensive scar formation and no muscle needs that. So early diagnostics and hemorrhage drainage is essential in optimal treatment. Direct injury due to periosteum contusion may set off another unwanted mechanism – mineral supply to the scar. That may result in ossification/calcification formation (fig.50).



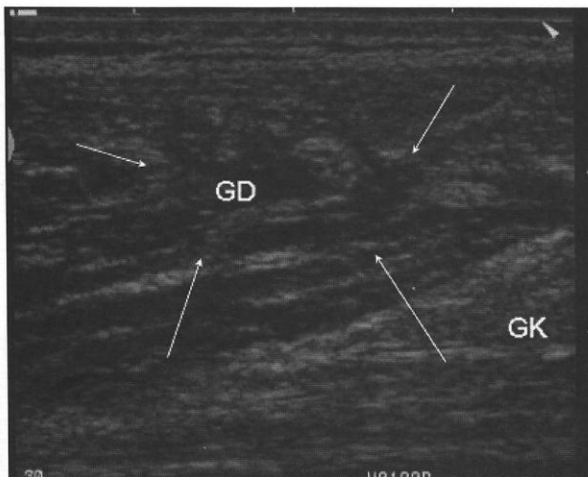
Ryc.50. Obraz świeżego skostnienia w bliznie na przekroju poprzecznym (A) i podłużnym (B). U - kość udowa, strzałki – uwapniająca się, „przejrzysta” dla ultradźwięków w tej fazie tworzenia blizna, otoczona (groty strzałek) resztkowym skrzepłym krwiakiem.

Fig.50. Transverse (A) and longitudinal (B) image of an early stage ossification formation (arrows) within the vastus intermedius muscle after a direct injury. U - femur, arrowheads – remnants of the haematoma. Note that the ossification is “transparent” to the ultrasound at that stage.

Biceps femoris

In both cases of proximal and distal tears of this muscle edema will appear along the core and haematoma will localize between muscles and even subcutaneous tissue (if the fascia is torn).

niu (jaśniej) i/lub obniżeniu (ciemniej) echogeniczności mięśnia, pogrubienia i zatarcia struktury włókien ścięgniętych zbiegających się do rdzenia ścięgniętego (ryc.51), zaokrągleniu obwodowego zarysu brzośca (o ile mamy do czynienia z uszkodzeniem II lub III°). Krwiaki, jeżeli istnieją, lub obrzęk o typie nadzianki krwawej są najczęściej widoczne poza brzoścem w obrębie i wzdłuż przebiegu rdzenia ścięgniętego (ryc.52,53) pod postacią hipoechogenicznych (bardzo ciemnych) lub bezechowych (czarnych) obszarów. Krwiak otaczający uszkodzony mięsień jeżeli nie zostanie ewakuowany będzie sprzyjał tworzeniu się sztywnych blizn, a poprzez tworzenie strefy oddzielającej od siebie uszkodzone tkanki będzie spowalniał proces gojenia.



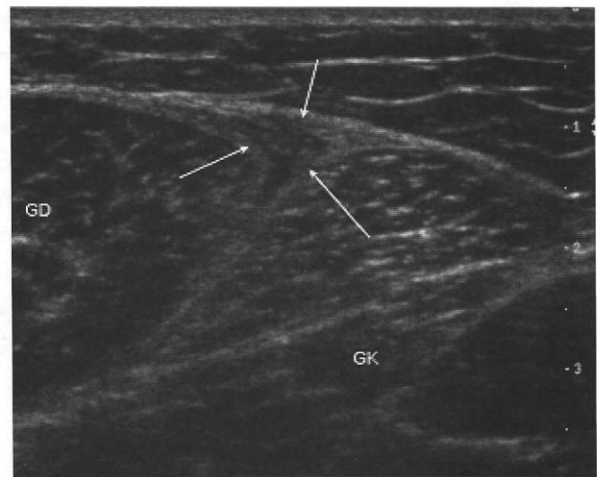
Ryc.51. Strefa chaotycznego układu włókien mięśniowych głowy długiej m. 2głowego uda (strzałki) biegnących na poziomie obwodowym w kierunku rdzenia ścięgniętego mięśnia położonego na zewnątrz brzośca (przekrój podłużny).

Fig.51. Longitudinal image of the distal biceps femoris long head tear (arrows). Note chaotic irregular course of bright tendon bundles running towards its core tendon (oedematic/torn). GD – long head, GK – short head.

Intramuscular tears of the proximal core tendon are usually located at the level of distal 3rd of the long head. In many cases in high proximal core tendon injuries it is difficult to define whether the semitendinosus or the biceps was torn. Sometimes it is both.

In US examination when proximal core is injured a loose structure and oedema is seen mainly within and in the near proximity to the core tendon/tendons (this can apply to semitendinosus and biceps core).

In distal core tears echogenicity of the injured part of the muscle increases or decreases, intramuscular core branches are thick and blurred (fig.51), distal end of the torn belly is rounded if it is a II° tear. Haematoma, if present, or heavy bloody edema are usually seen outside a muscle along the core tendon (fig.52,53) in the form of very dark (hypoechogenic) or black (anechoic) area. Haematoma surrounding a muscle causes scar formation and delays proper healing of the muscle, therefore it is recommended to drain a blood collection as many times as necessary.

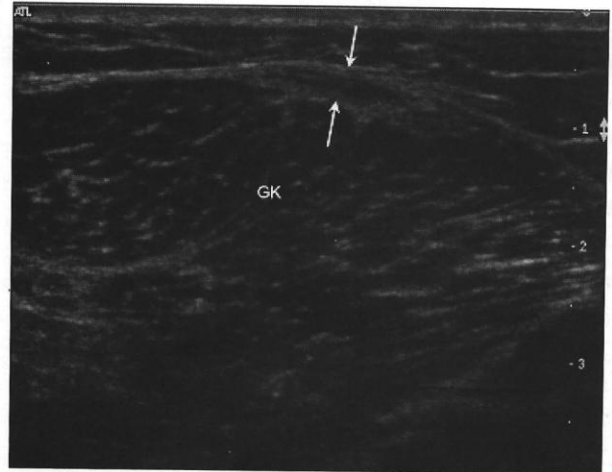


Ryc.52. Śródścięgnięte uszkodzenie/obrzęk obwodowego rdzenia ścięgniętego m. dwugłowego uda. GD – głowa długa, GK – głowa krótka.

Fig.52. Partial interstitial tear (arrows) of the distal biceps femoris core tendon (arrows) at the distal 1/4th of the long head. GD – biceps femoris long head, GK – biceps femoris short head.

Ryc.53. Śródścięgnowe uszkodzenie/obrzęk rdzenia ścięgniętego m. dwugłowego uda na poziomie obwodowym. GK – głowa krótka.

Fig.53. Partial interstitial tear (arrows) of the distal biceps femoris core tendon at the level below long head. GK – biceps femoris short head.



Mięsień półbłoniasty

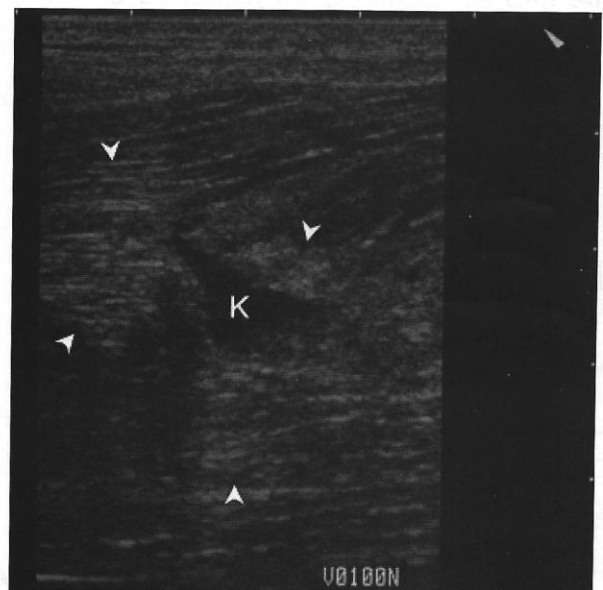
Rdzenie ścięgnowe mięśnia półbłoniastego składają się w znacznej części z masywnych, szerokich pasm biegnących głównie na powierzchni brzośca. Rdzenie oddają lub zbierają po drodze silne pasma drugorzędowe biegnące śródmięśniowo. Najczęściej uszkodzany jest rdzeń ścięgnięty bliższy, którego pasma drugorzędowe wnikają w głąb mięśnia, stąd cechy jego uszkodzenia widoczne mogą być zarówno w przestrzeniach między-mięśniowych jak i śródmięśniowo. W tych miejscach najczęściej szukamy zakrzywienia przebiegu, zatarcia rysunku jasnych włókien ścięgniętych, obrzęku, krwiaka rozdziałającego fragmenty uszkodzonego mięśnia (ryc.54,55).

Semimembranosus muscle

Both core tendons of the semimembranosus are mainly superficially running vast bundles. Those flat cores produce or collect strong secondary cores which dive into or emerge from the muscle belly. Most frequently torn is the proximal core tendon which produces strong intramuscular secondary cores thus features of a tear can be seen within and outside the muscle (fig.54,55).

Ryc.54. Przerwanie częściowe m. półbłoniastego na poziomie środkowym, przekrój podłużny. K – krwiak, groty strzałek – strefa obrzęku wokół strefy uszkodzenia.

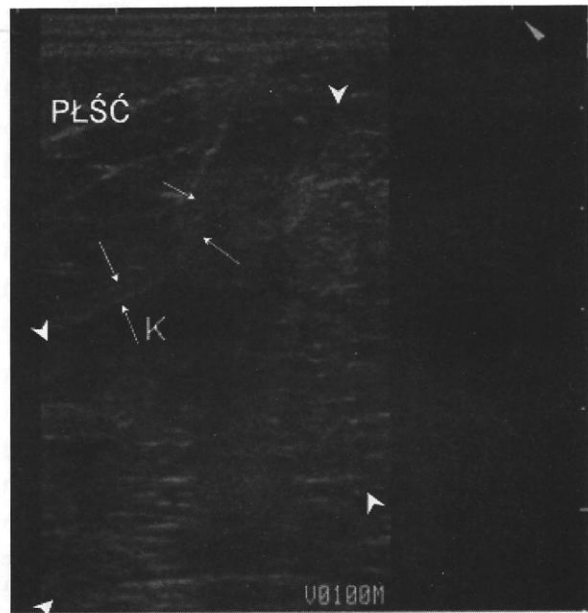
Fig.54. Partial interstitial tear of semimembranosus proximal core tendon and its secondary cores (diving into the belly) at approx. midlevel of the muscle belly (longitudinal image). K – haematoma, arrowheads – oedema zone around the tear site,



Ryc.55. Pacjent z ryc. poprzedniej. Częściowe śródścięgnowe uszkodzenie rdzenia ścięgnistego (strzałki) i rdzeni drugorzędowych m. półbłoniastego na poziomie środkowym (przekrój poprzeczny). K – krwiak, groty strzałek – strefa obrzęku wokół obszaru przerwania, PŁŚĆ – mięsień półścięgnisty.

Fig.55. Patient from previous fig. Transverse image. Partial interstitial tear of semimembranosus proximal core tendon (arrows) and its secondary cores (diving into the belly) at approx. midlevel of the muscle belly (transverse image). K – haematoma, arrowheads – oedema zone around the tear site, PŁŚĆ – semimembranosus muscle.

tendinosus



Dyskusja

Przedstawiona w tym artykule koncepcja pierwotnego uszkodzania się rdzeni ścięgnistych mięśni, a dopiero wtórnego zrywania włókien mięśniowych, czy złącz ścięgnisto-mięśniowych rzuca zupełnie nowe światło nie tylko na diagnostykę ale również na anatomię, symptomatologię i leczenie takich kontuzji.

W żadnym z fundamentalnych podręczników do diagnostyki tkanek miękkich (Van Holsbeeck&Introcaso 2001, Mink&Reicher&CruesIII&Deutsch 1993, Stoller 1997) autorzy w rozdziałach o diagnostyce mięśni powołujący się na liczne (Van Holsbeeck&Introcaso 69 pozycji, Mink&Reicher&CruesIII&Deutsch 158 pozycji, Stoller 80 pozycji) doniesienia z tego zakresu nie zwracają szczególnej uwagi na detaliczną anatomię poszczególnych mięśni traktując wszystkie grupy mięśniowe jako jednorodnie anatomicznie narządy. Tym samym nie tłumaczą oni lub tłumaczą opatrnie różnorodności uzyskiwanych obrazów i nie zwracają uwagi na odmienności i podobieństwa morfologii urazów w obrębie poszczególnych mięśni i grup mięśni-

Discussion

Concept of primary muscle's tendon tears and only secondary muscle tissue damage presented in this paper casts some new light on the diagnostic approach to muscle contusions but also on the anatomy, symptomatology and treatment.

Authors of neither of the fundamental books (Van Holsbeeck&Introcaso 2001, Mink&Reicher&CruesII&Deutsch 1993, Stoller 1997) regarding diagnostics of the musculoskeletal system who refer to various sources (Van Holsbeeck&Introcaso 69 references, Mink&Reicher&CruesIII&Deutsch 158 references, Stoller 80 references) focuses on detailed muscles anatomy. Muscles in those publications are treated indifferently as a tissue rather than separate organs, different from one another yet similar in groups. Therefore differences and similarities between muscle tears are not explained or are misinterpreted. Only Van Holsbeeck&Introcaso mention tears of the distal tendon of the gastrocnemius muscle describing it as an aponeurosis tear and not connecting it with other tears of this muscle.

wych. Jedynie Van Holsbeeck&Introcaso zwracają uwagę, w marginalnym niestety podrozdziale, na zrywanie się ścięgna obwodowego głowy przyśrodkowej m. brzuchatego łydki określając je zerwaniem rozciągnięta (aponeurosis) mięśnia i nie łącząc tego faktu z pozostałymi opisywanymi w rozdziale o diagnostyce mięśni uszkodzeniami tego mięśnia. Co więcej podręczniki do anatomii człowieka (Sobotta 1997, Netter 1998, Bochenek&Reiter 1990, Kahle&Leonhard&Platzer 1997) traktują anatomie mięśni bardzo pobieżnie i pośród informacji prawdziwych najeżone są nieścisłościami oraz błędami, które mogą owocować fatalnymi w skutkach błędami w interpretacji obrazów zarówno USG jak i RM. Trudno jest w takiej sytuacji ufać anatomii prezentowanej w tych podręcznikach i nie pozostaje nic innego jak analiza przekrojów mięśni w badaniu USG, RM oraz wizyty w prosektorium.

Koncepcja rdzeni ścięgniastych, może być przydatna nie tylko w diagnostyce obrazowej. Jeżeli uszkodzenie mięśnia (a tak naprawę rdzenia ścięgniastego i jego odgałęzień) jest na tyle poważne, że ortopeda kwalifikuje pacjenta do leczenia operacyjnego to chirurg podczas operacji powinien przede wszystkim skupić swoje siły na odtworzeniu ciągłości i anatomii rdzenia ścięgniastego. Stworzy w ten sposób rusztowanie dla gojącego się mięśnia.

Moreover, anatomy books (Sobotta 1997, Netter 1998, Bochenek&Reiter 1990, Kahle&Leonhard&Platzer 1997) treat muscle anatomy extremely superficially and among true facts many details are missed or even false. That can lead to misinterpretation of obtained diagnostic images. It is therefore difficult to trust anatomy presented in these publications. What a diagnostic has got left is a thorough analysis of MRI (best in cine mode) and US real time images as well as visits to anatomy department.

It seems that the concept of core tendon tears presented in this paper may be important not only to diagnostic imaging approach towards a torn muscle but also to a surgeon. Because when a muscle (or rather it's tendon) is severely torn and surgery is required the surgeon should primarily aim to restore muscle's tendon anatomy and continuity. That restores the scaffold for the healing muscle.

Piśmiennictwo / References:

1. Kannus P, Jozsa L; *Human tendons, Human Kinetics, Champaign 1997*
2. Bochenek A, Reicher M. *Anatomia człowieka; PZWL, Warszawa 1990, wydanie X, Tom I.*
3. Kahle W, Leonhard H, Platzer W, *Podręczny atlas anatomii człowieka. Wydawnictwo medyczne Słotwiński Verlag, Brema 1997. Tom I*
4. Netter FH, *Interactive atlas of human anatomy, Version 2.0 CD-ROM; Novartis, Summit 1988.*
5. Putz R, Pabst R. *Atlas anatomii człowieka Sobotta. Wydanie II polskie, tom II. Urban&Partner, Wrocław 1997.*
6. Ostrowski K; *Histologia, PZWL, Warszawa 1988.*
7. Ehman RL, Berquist TH. *Magnetic resonance imaging of musculoskeletal trauma. Radiol Clin North Am 1986;24:291.*
8. Stoller DW, *Magnetic resonance imaging in orthopaedics & sports medicine. Second edition, CD-ROM; Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia 1997,*
9. Van Holsbeeck MT, Introcaso JH. *Musculoskeletal Ultrasound, Second Edition. St. Louis 2001.*
10. Fleckenstein JL, Weatherall PT, Parkey RW, Payne JA, Peshock RM. *Sports-related muscle injuries: evaluation with MR imaging. Radiology 1988;172:793.*
11. De Smet AA, Fisher DR, Heiner JP, Keene JS. *Magnetic resonance imaging of muscle tears. Skeletal Radiol 1990;19:283.*
12. Fisher MR, Dooms GC, Hricak H, Reinhold C, Higgins CB. *Magnetic resonance imaging of the normal and pathologic muscular system. Magn Reson Imaging 1986;4:491.*
13. Murphy WA, Totty WG, Carroll JE. *MRI of normal and pathologic skeletal muscle. AJR 1986;146:565.*

14. Dooms GC, Fisher MR, Hricak H, Higgins CB. MR imaging of intramuscular hemorrhage. *J Comput Assist Tomogr* 1985;9:908.
15. Fleckenstein JL, Shellock FG. Exertional muscle injuries: magnetic resonance imaging evaluation. *Top Magn Reson Imaging* 1991;3:50.
16. McColl RW, Fleckenstein JL, Bowers J, Theriault G, Peshock RM. Three-dimensional reconstruction of skeletal muscle from MRI. *Comput Med Imaging Graph* 1992;16:363.
17. Bowers J, Theriault G, Fleckenstein J, et al. Three-dimensional reconstruction of skeletal muscle in health and disease. *J Magn Reson Imaging* 1991;1:235.
18. Shellock FG, Mink JH, Deutsch AL. MR imaging of muscle injuries. *Appl Radiol* 1994;23:11.
19. McCully K, Shellock FG, Bank W, Posner J. The use of nuclear magnetic resonance to evaluate muscle injury. *Med Sci Sports Exerc* 1992;24:537.
20. Mink JH. Muscle injuries. Mink JH, Reicher MA, Crues IV, Deutsch AL, eds. *MRI of the knee*. New York: Raven Press, 1995:401.
21. Fleckenstein JL, Weatherall PT, Bertocci LA, et al. Locomotor system assessment by muscle magnetic resonance imaging. *Magn Reson Q* 1991;7:79.
22. Oakes BW. Hamstring muscle injuries. *Aust Fam Physician* 1984;13:587.
23. Garrett WE. Injuries to the muscle-tendon unit. *Instr Course Lect* 1988;37:275.
24. Clarkson PM, Tremblay I. Exercise-induced muscle damage, repair, and adaptation in humans. *J Appl Physiol* 1988;65:1.
25. Jackson DW, Feagin JA. Quadriceps contusions in young adults: relationship of severity of injury to treatment and prognosis. *J Bone Joint Surg [Am]* 1973;55:95.
26. Amendola M, Glazer GM, Agha Z, et al. Myositis ossificans circumscripta: computed tomographic diagnosis. *Radiology* 1983;149:775.
27. Visible Human Project, U.S National Library of Medicine, 8600 Rockville Pike, Bethesda, MD 20894

Adres do korespondencji / Address for Correspondence

Zbigniew Czyrny

Carolina Medical Center

Broniewskiego 89

01-876 Warszawa

zbigniew.czyrny@carolina.pl