



## Remarks on the role of the short gastrocnemius muscle in the etiology of metatarsalgia

### Uwagi na temat patogenetycznej roli przykurczu mięśnia brzuchatego łydki w bólach przodostopia

© J ORTHOP TRAUMA SURG REL RES 1 (5) 2007

Review article/Artykuł poglądowy

CASIMIR KOWALSKI

54, rue des Trois-Chenes, 4621 Retinne, Belgia

e-mail: kowalski.casimir@skynet.be

Address for correspondence/Adres do korespondencji:

Casimir Kowalski

54, rue des Trois-Chenes, 4621 Retinne, Belgia

#### Statistic/Statystyka

Word count/Liczba słów	706/721
Tables/Tabele	0
Figures/Ryciny	6
References/Piśmiennictwo	5

Received: 08.01.2007

Accepted: 15.01.2007

Published: 14.02.2007

#### Summary

The shortness of the gastrocnemius muscle reveals a maximum of pressure on the forefoot and metatarsalgia during walking. Proprioceptive kinesitherapy (with elongation of the gastrocnemius) provides relieve for the metatarsalgia.

**Key-words:** metatarsalgia, shortness of the gastrocnemius muscle

#### Streszczenie

Przykurcz mięśnia brzuchatego łydki powoduje nadmierne obciążenie przodostopia, a tym samym bóle. Priopriocetywna kinezyterapia umożliwia rozciągnięcie mięśnia i ustąpienie dolegliwości.

**Słowa kluczowe:** metatarsalgia, przykurcz mięśnia brzuchatego.

Over half of the adult population is affected by gastrocnemius shortness, part of cruro-pedal system (Fig.1). Studies of 2000 humans' feet of various age – beginning from hardly walking infants to elderly people – showed its rare incidence at the age of 2 years and its increasing appearance with age with a boost in puberty. In seniors gastrocnemius muscles still shorten [3].

Shortness of gastrocnemius muscle with concomitant contraction of the short plantar muscles becomes symptomatic in the periods of rapid growth, mainly in puberty. Usually bilateral and symmetric, it gives rise to complications in unilateral cases or on the side where it's shorter.

It appears more frequently in women than in men. A lack of use due to a sitting life style is referred as a probable cause. Another pathologic mechanism should be considered in sportsmen disobeying warm-up regime before or after the sport activity.

Physical exercises in the upright posture on Freeman's board or any other oblique surface allows to elongate the muscle properly.

U ponad połowy dorosłego społeczeństwa występuje przykurcz mięśnia brzuchatego łydki, który wchodzi w skład systemu łydkowo-podeszwowego (ryc.1). Badania 2000 stóp wśród ludzi różnego wieku – od dzieci uczynających chodzenie po starców wykazały, że w wieku 2 lat rzadko spotyka się za krótki mięsień brzuchaty łydki, a częstotliwość tego objawu wzrasta z wiekiem i najczęściej nasila się w okresie dojrzewania. U starców mięśnie te nadal się skracają [3].

Przykurcz mięśnia brzuchatego, któremu towarzyszy przykurcz krótkich mięśni podeszwowych, objawia się w okresach szybkiego wzrostu, a więc przede wszystkim w okresie dojrzewania. Najczęściej jest on obustronny i symetryczny, ale gdy istnieje tylko po jednej stronie, to tam obserwuje się komplikacje. Ujawnia się częściej u kobiet niż u mężczyzn. Przyczyną przykurczu może być brak działalności mięśnia brzuchatego spowodowany siedzącym trybem życia. Inny mechanizm należy uwzględnić sportowców niedbających o właściwe rozciągnięcie mięśni przed i po zawodach.

The length of gastrocnemius is referred as normal when dorsal flexion of the foot is possible for 10-15 degrees with full extension of knee joint (Fig. 2). Whenever there is a lack of dorsal flexion of the foot with flexed knee joint (shortness of soleus muscle) kinesitherapy is useless.

In case of a shortened gastrocnemius muscle in the standing posture, a pedobarogram shows highest pressure in the *heel/calcaneal* region (Fig. 3).

This explains why forefoot pressure is increased during walking (Fig. 4).

Additionally, the forefoot gets in contact with ground during walking earlier and the ground hit is stronger.

With time the mentioned phenomena leads to pain in the forefoot, i.e. "metatarsalgia", usually symptomatic in its middle – under the heads of II and III metatarsal bones. The "spring" of the forefoot doesn't work anymore [1] (Fig. 5).

Sometimes lower position of IV and V metatarsal bones' heads only develops, as if one part of plantar aponeurosis shortened. The result is overloading of these heads.

A painful callus may develop under the head of I metatarsal bone as well, in internally/medially *hollow foot/pes cavum*. To avoid pain patient overloads the head on V metatarsal and forefoot looks as if it was hollowed.

Ćwiczenia w pozycji stojącej na płycie Freemana lub na każdej innej skośnej powierzchni pozwalają rozciągnąć mięsień brzuchaty łydki.

Długość mięśnia brzuchatego jest uważana za prawidłową, gdy w sposób bierny można zgiąć stopę grzbietowo w stawie skokowo-goleniowym do 10° lub 15° przy wyprostowanym kolanie (ryc.2). W przypadkach, gdy przyczyną ustawienia końskiego stopy jest również skrócony mięsień płaszczkowaty (brak zgięcia grzbietowego stopy przy zgięciu kolana), to kinezyterapia jest bezcelowa.

Przy skróconym mięśniu brzuchatym łydki, w pozycji stojącej, w badaniu pedobarograficznym obserwuje się największe ciśnienie pod piętami (ryc. 3).

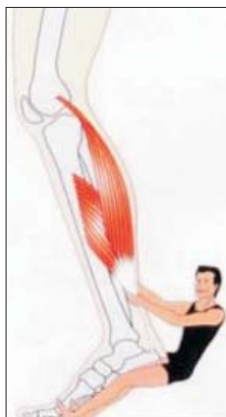
Z tego samego powodu podczas chodzenia zwiększa się nacisk na przodostopia (ryc. 4).

Oprócz wzmożonego nacisku obserwuje się też, że przodostopie za wcześnie wchodzi w kontakt z podłożem i uderzenie o nie jest silniejsze.

Z upływem czasu zjawiska te prowadzą do dolegliwości bólowych przodostopia, które ujawniają się najczęściej w jego środkowej części, pod II i III głową. „Sprężyna” przodostopia przestaje działać [1] (ryc. 5).

Zdarza się również, że wyłącznie głowa IV lub V kości śródstopia układa się niżej, w porównaniu do sąsiednich głów, tak jakby jedynie boczna część rozciągnięta podeszwy uległa skróceniu. Skutkiem tego jest przeciążenie tych głów.

Bolesny odcisk może pojawić się także pod głową I kości śródstopia (w stopach wewnętrznie wydrążonych). Aby uniknąć bólu, pacjent przeciąża głowę V kości śródstopia, a przodostopie wygląda wówczas jak wydrążone.



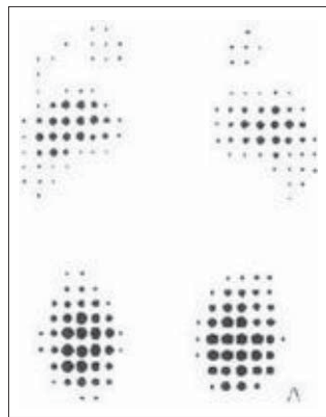
**Fig. 1.** Course of gastrocnemius muscle: origin above the knee, running along calcaneus through plantar muscles, it inserts to the toes

**Ryc. 1.** Mięsień brzuchaty łydki rozpoczyna się nad kolanem i biegnie wzdłuż kości piętowej przez mięśnie podeszwy do samych palców stopy



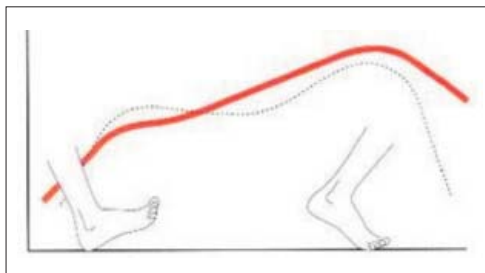
**Fig. 2.** Shortness of gastrocnemius muscle is present, when dorsal flexion of the foot is impossible in the knee extension and can be done with flexed knee

**Ryc. 2.** Skrócenie mięśnia brzuchatego łydki można wykazać, gdy nie można zgiąć stopy grzbietowo przy wyprostowanym kolanie, a można zrobić przy zgiętym kolanie



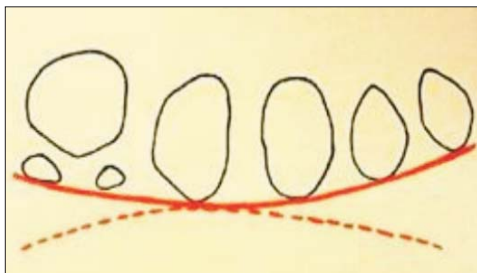
**Fig. 3.** An example of pedobarogram in standing posture in bilateral gastrocnemius shortness. Maximal load is observed in the heels. The same pattern is observed in genu recurvatum ("back knee")

**Ryc. 3.** Przykład badania pedobarograficznego w pozycji stojącej przy skróconych mięśniach brzuchatych łydki. Maksymalne obciążenie obserwuje się na piętach. To samo zjawisko występuje w przypadkach „genu recurvatum”, ponieważ mięsień brzuchaty jest wtedy naciągnięty



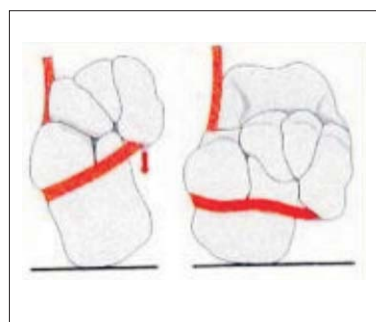
**Fig. 4.** Walking pedobarogram. Overloaded forefoot pressure in gastrocnemius shortness is characterised with a continuous line. Dotted line represents normal values

**Ryc. 4.** Wyniki badania pedobarograficznego podczas chodzenia. Linia ciągła pokazuje nadmierny nacisk na przodostopie, w przypadkach, gdy mięsień brzuchaty łydki jest za krótki. Linia przerywana ukazuje prawidłowe wartości



**Fig. 5.** Position of the heads of metatarsum is reversed and the "spring" of the forefoot doesn't work

**Ryc. 5.** Ułożenie głów kości śródstopia jest odwrócone i „sprężyna” przodostopia przestaje działać



**Fig. 6.** Peroneus longus muscle no longer stabilizes I bone of the forefoot the its insertion, because valgus deformation changes its action course

**Ryc. 6.** Mięsień strzałkowy długi już nie stabilizuje pierwszej kości przodostopia, do której się przyczepia, gdyż koślawość zmienia kierunek jego działania

In the elderly persons shortening of the gastrocnemius progresses, thus the center of gravity moves posteriorly. It results in instability as well as in risk of falling backwards. In order to prevent from injury older people flexes knees and shift the chest forwards.

A direct and instant result of gastrocnemius shortness is tarsal valgus deformity, which shifts center of gravity *internally/medially*. The foot reacts to it in two ways.

- I metatarsal moves medially from the II (as to varus deformity) in order to keep balance (with time, depending on the footwear, hallux valgus develops).
- I metatarsal stays in its position, while hallux muscles contract charging its joint to set the proximal phalanx in plantar position and distal phalanx more dorsally; altogether forms hallux rigidus – boat shaped stiff big toe.

Articular pain in such cases can be relieved after gastrocnemius elongation. In the cases of hallux valgus, when I metatarsal bone moves to varus deformity, II metatarsal is overloaded and entire forefoot becomes painful.

Tarsal valgus deformity gives another effect: it changes the direction of peroneus longus tendon action; the natural oblique course in the frontal plane moves horizontally (Fig. 6). I metatarsal bone becomes then less stable against the ground and II metatarsal even more overloaded.

Among 197 patients suffering from forefoot pains [3,5] initially managed with simple exercises under professional kinesiotherapists' supervision, 103 (52%) had a complete relief of pains. 80 of them (41%) had partial recovery and 14 (7%) had no recovery from pains. Few patients with hallux valgus or painful hallux rigidus affected by articular pains only, also noted partial release

U osób starszych przykurcz mięśnia brzuchatego łydki zwiększa się, co powoduje przesunięcie środka ciężkości ku tyłowi. Wskutek czego powstaje niestabilność i ryzyko upadku do tyłu. Aby temu zapobiec, starszy człowiek zgina kolana, a tułów wysuwa do przodu.

Bezpośrednim i natychmiastowym skutkiem skrócenia mięśnia brzuchatego łydki jest koślawość stępu, która przesuwa środek ciężkości do wewnątrz. Na to zjawisko stopa reaguje dwoma możliwymi sposobami.

- Pierwsza kość śródstopia odchyła się od drugiej do przyśrodku (na szpotawość), aby pozwolić utrzymać równowagę (po pewnym czasie, zależnie od buta, powstaje zniekształcenie koślawe palucha).
- Pierwsza kość śródstopia nie odchyła się i skurcz mięśni palucha obciąża jego staw w taki sposób, że paliczek podstawowy ustawia się podeszwowo a dalszy grzbietowo (kształt palucha można porównać do łódki – hallux rigidus).

Bóle stawowe w tych dwóch zniekształceniach mogą ustąpić po wydłużeniu mięśnia brzuchatego. W przypadkach, gdy w paluchu koślawym I kość śródstopia odchyła się na szpotawość, to głowa II kości śródstopia jest bardziej przeciążona, co również powoduje bóle przodostopia.

Koślawość stępu wywołuje jeszcze inny skutek: zmienia kierunek działania ścięgna mięśnia strzałkowego długiego, którego przebieg w płaszczyźnie czołowej ze skośnego staje się poziomy (ryc.6). Pierwsza kość śródstopia jest wtedy mniej stabilna względem podłoża, a II ulega większemu przeciążeniu.

Spośród 197 pacjentek skarżących się na bóle przodostopia [3,5], które wysłaliśmy do leczenia prostymi ćwiczeniami przez specjalnie przeszkolonych kinezyterapeutów, u 103 (52%) uzyskano całkowite zniesienie

after physical exercises stretching the gastrocnemius muscle [3].

In conclusion, surgical correction of the discussed deformities has not to be performed until physical exercises in elongation of gastrocnemius muscle are tried. If surgery is unavoidable and shortness of gastrocnemius is observed, the muscle must be stretched by gymnastics to reduce forefoot pressure. Although some authors elongate the muscle surgically [4], in my opinion such operation is unnecessary. Stretching exercises bring relief to patients or prevent from serious complications of muscular shortness [2,5].

Finally, clinical examination of a foot is not precise without a gastrocnemius length validation.

dolegliwości, u 80 (41%) częściową poprawę, a u 14 (7%) żadnej. Niektóre osoby z paluchem koślawym lub sztywnym bolesnym, u których pojawiały się wyłącznie bóle stawowe, również odczuły zmniejszenie dolegliwości bólowych po rozciągnięciu mięśnia brzuchatego łydki samymi ćwiczeniami [3].

Wynika z tego, że nie można przystąpić do operacji tych zniekształceń bez próby wydłużenia mięśnia brzuchatego łydki przy pomocy ćwiczeń. Z drugiej strony, gdy zabieg operacyjny jest nieunikniony i obserwujemy skrócenie mięśnia, trzeba też koniecznie go rozciągnąć i to także ćwiczeniami, aby zmniejszyć nacisk na przodostopie. Chociaż niektórzy autorzy przedłużają mięsień brzuchaty łydki operacyjnie [4], to uważam, że jest to zbędne działanie. Ćwiczenia rozciągające mogą ulżyć choremu lub zapobiec licznym komplikacjom związanych z ich przykurczem. [2,5].

Podsumowując, badanie kliniczne stopy, które nie uwzględni długości mięśnia brzuchatego łydki nie jest dokładne.

---

#### References/Piśmiennictwo:

1. De Doncker, Kowalski C.: *Le pied normal et pathologique*, Bruxelles, Les Publications Acta Medica Belgica, 1970
2. Kowalski C., Diebold P., Pennecot G-F.: *Le tendon calcanéen court*, Encyclopédie Médico-Chirurgicale, 27-060-A-60 Ed. Elsevier 1999
3. Kowalski C.: *Le petit livre rouge du pied (observations cliniques recueillies pendant 25 ans)*. PODO 3000, Le Gastrocourt, Liège 2000
4. Barouk L.S., *Forefoot reconstruction*, 2003, Springer
5. Kowalski C.: *Conséquences pathologiques des muscles gastrocnémiens*, Med Chir Pied (2006) ; 22: 160-169