

Streszczenie pracy doktorskiej lek. Łukasza Warchoła

Promotor: prof. dr hab. Jerzy Walocha

Promotor pomocniczy: dr Ewa Mizia

Temat pracy doktorskiej: „*Topographic anatomy of the tibial nerve bifurcation and its medial calcaneal branches. Macro and microscopic analysis*” – cykl publikacji

(„*Zmienność odejścia gałęzi piętowej przyśrodkowej i podziału nerwu piszczelowego. Analiza makro i mikroskopowa*”)

Wstęp

Nerw piszczelowy powstaje z podziału nerwu kulszowego w dole podkolanowym. Na podudziu przebiega wzdłuż mięśnia piszczelowego tylnego wraz z naczyniami piszczelowymi tylnymi. Następnie w kanale kostki przyśrodkowej dzieli się na gałęzie końcowe: nerw podeszwowy przyśrodkowy i nerw podeszwowy boczny. W dystalnej części oddaje różniące się liczbą i miejscem odejścia gałęzie piętowe przyśrodkowe. Wraz z odgałęzieniami unerwia mięśnie grupy tylnej podudzia i stopy oraz skórę przyśrodkowej powierzchni stopy i podeszwę.

Podczas przebiegu przez zatokę stępu nerw piszczelowy oraz jego końcowe odgałęzienia mogą ulec uwięźnięciu i uciśnięciu. Zespół zatoki stępu charakteryzuje pieczący ból okolicy pięty i podeszwy, parastezje oraz mrowienie promieniujące do palców stopy oraz na podudzie. Uzupełniającym badaniem potwierdzającym ucisk nerwu obwodowego jest ultrasonografia. Natomiast jedną z form leczenia jest dekompresja zatoki stępu wykonywana zwykle artroskopowo. Najczęstszym powikłaniem zabiegów okolicy kostki przyśrodkowej są jatrogenne uszkodzenia nerwów.

Materiał i metody

Pierwsza część pracy polegała na przeprowadzeniu badania ultrasonograficznego okolicy kostki przyśrodkowej na 30 ochotnikach (60 kończyn dolnych). Badanie zostało wykonane przez specjalistę ortopedii z ponad 20-sto letnim doświadczeniem przy użyciu aparatu MyLabGold 25 głowica 18MHz. Podczas badania ultrasonograficznego określano topografię dystalnego odcinka nerwu piszczelowego, jego podziału, nerwu podeszwowego przyśrodkowego, nerwu podeszwowego bocznego oraz gałęzi piętowych przyśrodkowych. Określano również ilość i miejsce odejścia gałęzi piętowych przyśrodkowych. Następnie wyznaczono dwie poziome linie referencyjne: jedną przebiegającą przez szczyt kostki przyśrodkowej, drugą przebiegającą przez tylny - górny brzeg kości piętowej. Suwmiarką mierzono odległość podziału nerwu piszczelowego na nerw podeszwowy przyśrodkowy i nerw podeszwowy boczny oraz miejsca odejścia każdej gałęzi piętowej przyśrodkowej od każdej z linii referencyjnych.

W drugiej części pracy z 30 nieutrwalonych zwłok (60 kończyn dolnych) oraz z 21 izolowanych, świeżo mrożonych kończyn dolnych wypreparowano i pobrano końcowy odcinek nerwu piszczelowego oraz proksymalne części nerwów podeszwowego przyśrodkowego i bocznego. Z każdego z wyżej wymienionych nerwów pobrano wycinek, który utrwalono w 10% roztworze formaldehydu. Następnie każdy preparat przeszedł procedurę odwadniania, zatapiania

w parafinie, cięcia na 2 μm skrawki oraz barwienia hematoksyliną i eozyną. Otrzymane preparaty badano pod mikroskopem świetlnym (Olympus BX53, powiększenie 20 x). Uzyskany obraz analizowano przy pomocy programu Olympus cellSens Standard 2.3, który określał pole przekroju poprzecznego badanego nerwu, a następnie ręcznie liczone pęczków nerwowych.

Wyniki

W badaniu ultrasonograficznym stwierdzono, że podział nerwu piszczelowego na nerwy podeszwowy przyśrodkowy i podeszwowy boczny zlokalizowany jest 5.93 ± 19.59 mm poniżej szczytu kostki przyśrodkowej (77%). Gałęzie piętowe przyśrodkowe odchodzą w liczbie od jednej do trzech z najczęściej występującą jedną gałęzią (73%) odchodzącą od nerwu piszczelowego (60%), 3.97 mm poniżej szczytu kostki przyśrodkowej.

W badaniu mikroskopowym w grupie nerwów pochodzących od nieutrwalonych donatorów określono średnie pole przekroju i ilość pęczków nerwowych odpowiednio 17.86 ± 4.57 mm^2 , 33.88 ± 6.31 dla nerwu piszczelowego, 9.58 ± 1.95 mm^2 , 23.41 ± 7.37 dla nerwu podeszwowego przyśrodkowego oraz 7.17 ± 2.36 mm^2 , 15.06 ± 5.81 dla nerwu podeszwowego bocznego. Badane nerwy nie wykazały różnic pomiędzy lewą i prawą stopą. Stwierdzono większe pole przekroju oraz większą liczbę pęczków nerwowych u mężczyzn niż u kobiet. Stwierdzono korelację pomiędzy wiekiem donatora a polem przekroju nerwu piszczelowego ($r = 0.44$, $p = 0.000$). W grupie nerwów pobranych z preparatów mrożonych określono średnie pole przekroju i ilość pęczków nerwowych odpowiednio 13.71 ± 5.66 mm^2 , 28.57 ± 8.00 dla nerwu piszczelowego, 7.55 ± 3.25 mm^2 , 18.00 ± 6.72 dla nerwu podeszwowego przyśrodkowego oraz 4.29 ± 1.93 mm^2 , 11.33 ± 1.93 dla nerwu podeszwowego bocznego. Statystyczną różnicę pomiędzy nerwami nieutrwalonymi a nerwami mrożonymi wykazano dla nerwu podeszwowego bocznego ($p = 0.000$, $p = 0.037$).

Wnioski

1. Topografia podziału nerwu piszczelowego na nerwy podeszwowe przyśrodkowy i boczny wykazuje zmienność anatomiczną.
2. Gałęzie piętowe przyśrodkowe wykazują zmienność w odniesieniu do liczby i miejsca odejścia.
3. Nerwy: piszczelowy, podeszwowy przyśrodkowy oraz podeszwowy boczny wykazują większe pole przekroju i więcej pęczków nerwowych u mężczyzn niż u kobiet.
4. Nerw podeszwowy przyśrodkowy wykazuje większe pole przekroju i więcej pęczków nerwowych niż nerw podeszwowy boczny.
5. Pole przekroju nerwu piszczelowego wzrasta wraz z wiekiem.
6. Pole przekroju oraz liczba pęczków nerwowych większych nerwów obwodowych nie zmienia się w wyniku mrożenia.

Summary

Introduction

The tibial nerve arises as a branch of sciatic nerve bifurcation in the popliteal fossa. It runs distally on the tibialis posterior muscle together with the posterior tibial vessels. Usually at the level of flexor retinaculum it terminally divides into lateral and medial plantar nerve. During distal course the tibial nerve emits medial calcaneal branch(es) which is variable in number and origin. Tibial nerve and its branches provides innervation to the posterior lower leg, foot and sole muscles and the skin of medial foot and sole.

Tarsal tunnel syndrome is one of the entrapment conditions affecting the tibial nerve and its terminal branches in the medial ankle. It causes heel and sole burning pain and paresthesia. Such disorders may be examined by the ultrasound. For many years ankle arthroscopy has proved to be a useful diagnostic and therapeutic procedure for ankle and foot disorders. Although it is a minimally invasive surgery neurological complications are most frequently reported. In order to avoid iatrogenic injuries and to perform safe and reproducible arthroscopy knowledge of topographic anatomy is of vital importance.

Methods

In the first stage of the study the ultrasound examination was conducted on 30 volunteers (n=60 lower limbs). It was performed on the Mylab Gold 25 ultrasound scanner with a 18MHz linear probe by the orthopedic surgeon with more than 20 years of experience in ultrasound examination.

The tibial nerve, its bifurcation point, the medial plantar nerve, the lateral plantar nerve and the medial calcaneal branches origin were marked on the skin. Then two parallel reference lines were drawn: first crossing the tip of the medial malleolus, second crossing the posterior superior tip of the calcaneal tuberosity. Distances from the reference lines to the tibial nerve bifurcation line and to the medial calcaneal branches origin lines were measured with the caliper. Medial calcaneal branches were also analyzed with regards to the number of branches and nerve of origin.

Second part of the study was conducted on 60 lower limbs of the fresh cadavers and on 21 lower legs of the fresh-frozen cadavers. Meticulous dissection revealed the tibial nerve, its bifurcation and lateral and medial plantar nerves which were excised and fixed in a 10% solution of the formaldehyde (pH 7.4). Next each nerve were dehydrated, embedded in paraffin and transverse sectioned on a 2 μ m thick slice. Subsequently each slice was stained with haematoxylin and eosin. The cross-sectional area (CSA) and the number of nerve bundles of the tibial nerve, the medial plantar nerve and the lateral plantar nerve were assessed using a light microscope (Olympus BX53, 20 x magnification). Each cross-section was measured semi-automatically using Olympus cellSens Standard 2.3 software whilst the number of nerve bundles was calculated manually.

Results

In the ultrasound examination the tibial nerve bifurcation occurred below the tip of the medial malleolus (77% cases) with the average distance of $5.9 \text{ mm} \pm 19.59 \text{ mm}$. The medial calcaneal branches were identified in the range from one to three ramifications with the most frequent presentation of a single branch (73% cases) originating from the tibial nerve (60% cases) with the mean distance of 3.97 mm below the tip of the medial malleolus.

In the microscopic examination of the nerves collected from the fresh cadavers the mean CSA and the number of nerve bundles were respectively $15.25 \pm 4.6 \text{ mm}^2$, 30.35 ± 8.45 for the tibial nerve, $8.76 \pm 1.93 \text{ mm}^2$, 20.75 ± 7.04 for the medial plantar nerve and $6.54 \pm 2.02 \text{ mm}^2$, 13.40 ± 5.22 for the lateral plantar nerve. In the fresh-frozen cadavers group the mean CSA and the number of nerve bundles were respectively $13.71 \pm 5.66 \text{ mm}^2$, 28.57 ± 8.00 for the tibial nerve, $7.55 \pm 3.25 \text{ mm}^2$, 18.00 ± 6.72 for the medial plantar nerve and $4.29 \pm 1.93 \text{ mm}^2$, 11.33 ± 1.93 for the lateral plantar nerve. Both CSA and number of nerve bundles of the tibial, medial plantar and lateral plantar nerves revealed no statistical differences when comparing foot side of the individual. The statistical difference was related to the gender showing significant bigger CSA and number of nerve bundles in males. A positive correlation was found between the donors age and the tibial nerve CSA ($r = 0.44$, $p = 0.000$). A significant statistical difference was found between the medial and lateral plantar nerves both in CSA and number of nerve bundles ($p < 0.001$, $p < 0.001$ respectively). When comparing nerves collected from the fresh and fresh-frozen only lateral plantar nerves showed statistical differences in the CSA and the number of nerve bundles ($p = 0.000$, $p = 0.037$ respectively).

Conclusions

1. The tibial nerve and its terminal branches presents anatomical variability in the medial ankle area.
2. The origin, location and division pattern of the medial calcaneal branch(es) presents anatomical variability.
3. The CSA and the number of nerve bundles of the tibial, medial plantar and lateral plantar nerves are significantly bigger in males.
4. The medial plantar nerve has larger CSA and more nerve bundles than the lateral plantar nerve.
5. The tibial nerve shows increasing CSA with advanced age.
6. Histological structure of the larger nerves remains uninfluenced by the freezing process.