

# Rozwój filogenetyczny i ontogenetyczny oraz rola więzadeł krzyżowych kolana

## Phylogenetic, ontogenetic development and function of the cruciate ligaments of the knee

Youry M. Kisielewski (1) Bogdan Cizek (2)

(1) Katedra Anatomii Prawidłowej, Uniwersytet Medyczny w Grodnie

(2) Zakład Anatomii Prawidłowej, Akademia Medyczna w Warszawie

### Streszczenie

W pracy przedstawiono zarys poglądów na rozwój więzadeł krzyżowych stawu kolanowego u człowieka w okresie embrionalnym, płodowym i noworodkowym. Informacje te zestawiono z danymi dotyczącymi rozwoju filogenetycznego małpy uwzględniając szereg aspektów funkcji więzadeł w różnych fazach ruchu.

[Acta Clinica 2001 1:275-277]

**Słowa kluczowe:** staw kolanowy, więzadło krzyżowe przednie, więzadło krzyżowe tylne

### Summary

The study present development of the cruciate ligaments of the human knee in embrional, fetal and newborn period of life. Ontogeny of the cruciate ligaments is compared with its phylogeny especially in monkeys. Some functionally relevant data is also considered.

[Acta Clinica 2001 1:275-277]

**Key words:** knee joint, anterior cruciate ligament, posterior cruciate ligament

Staw kolanowy jest jednym z najbardziej złożonych stawów ludzkiego organizmu. Z osteologicznego punktu widzenia można traktować go jako staw mało stabilny. Dzięki jednak odpowiedniemu aparatowi więzadłowemu jest on zarówno właściwie stabilizowany, jak też na tyle ruchomy aby zapewnić właściwą podstawę i lokomocję ciała.

Możliwości czynnościowe stawu kolanowego zależą od wielu czynników związanych z uwarunkowaniami anatomicznej budowy stawu kolanowego. Rozwój anatomicznych składników stawu kolanowego charakteryzuje się synchronizacją (3). Struktury wewnątrzstawowe podlegają szeregowi procesów mających na celu osiągnięcie właściwej stabilizacji i umożliwienie adaptacji do różnych typów postawy i lokomocji.

Szczególne miejsce wśród struktur wewnątrzstawowych zajmują więzadła krzyżowe. U większości zwierząt stanowią one tylną część przegrody międzystawowej dzielącej oba stawy udowo-goleniowe. U *Hominidae* w części przedniej stale występuje otwór sprawiający że oba stawy mają wspólną jamę (11). Największy rozwój więzadeł krzyżowych obserwuje się u małp które są dobrze przystosowane zarówno do biegu, wspinaczki, skoków i huśtania się. Nieproporcjonalnie duży rozwój więzadła krzyżowe osiągają u szympansa co jest zrozumiałe, gdyż główna rola stabilizująca przypada tym więzadłom przy zgiętym stawie kolanowym.

U człowieka obserwujemy inny typ lokomocji związany z całkowicie pionową postawą ciała. Dlatego przednia i tylna część każdego z więzadeł krzyżowych mo-

że mieć odmienną funkcję przy zginaniu i prostowaniu. Przy prostowaniu włókna przedniej części więzadła krzyżowego tylnego są słabiej napięte, a w części tylnej silniej napięte. W tym położeniu włókna tylnej części więzadła krzyżowego przedniego są silnie napięte a w części przedniej słabiej. Przy zginaniu przednie włókna więzadła krzyżowego tylnego napinają się silniej niż tylne. W więzadle krzyżowym przednim tylne włókna będą wtedy napięte bardziej niż przednie. Dzięki temu więzadło krzyżowe przednie zapobiega przemieszczeniu kłykci kości udowej ku tyłowi przy zginaniu, a więzadło krzyżowe tylne zapobiega przemieszczeniu kłykci ku przodowi przy prostowaniu (2).

Wieżadła krzyżowe mają względne znaczenie dla stabilizacji stawu kolanowego. Wraz z rozwojem człowieka, w porównaniu z szeregiem przedstawicieli świata zwierzęcego stają się one słabsze i cieńsze. Fakt ten należy brać pod uwagę przy rozważaniu biomechaniki stawu kolanowego w aspekcie licznych sposobów rekonstrukcji więzadeł.

Wieżadło krzyżowe przednie przy zwiększaniu kąta zgięcia napina się silniej niż tylne. Natomiast tylne najmniej napięte jest przy maksymalnym wyproście. Warunki do przerwania więzadeł krzyżowych są najdogodniejsze w pozycji zgięcia. Dlatego też więzadło krzyżowe przednie wydaje się częściej ulegać uszkodzeniom niż tylne (9). Doświadczenia na zwłokach wykazały, że przeprost w stawie kolanowym jest możliwy do 20°. Wtedy więzadło krzyżowe tylne napina się coraz silniej. Dalsze forsowanie przeprostu prowadzi do wyrwania udowego przyczepu więzadła

Wielu anatomów (10, 11, 13) uważa że więzadła krzyżowe stanowią rozwojowo pochodną tylnej ściany torebki stawu wpuklającą się ku przodowi. Podkreśla się że ich przyczepy przypominają strukturę torebki stawowej. Zawiazki struktur we-

wnątrztorebkowych pojawiają się jeszcze przed pojawieniem się jamy stawu. Zawiazek więzadeł krzyżowych pojawia się u zarodka ludzkiego w stadium 19 (16 – 19 mm długości ciemieniowo-siedzeniowej). W stadium 22 (24 – 27 mm) mają one postać szerokich pasm pomiędzy zawiązkami końców dalszych piszczeli i kości udowej. Powstaje wtedy wyniosłość międzykłykciowa. Można rozróżnić miejsca przyczepu więzadeł. W kolejnym stadium różnicuje się jama stawu i widoczne stają się naczynia zopatrujące więzadła (5, 12). Dystalny przyczep PCL dzieli się na dwie odnogi, z których jedna przyczepia się do piszczeli, a druga do przyczepu rogu tylnego łąkotki bocznej. Miejsce tego przyczepu będzie wpływało na powstanie więzadeł łąkotkowo udowych. Jako pojedynczy zawiązek powstają one z rogu tylnego łąkotki bocznej. Zawiązek ten może zostać podzielony przyczepem PCL na więzadło łąkotkowo-udowe przednie i tylne lub pozostać strukturą pojedynczą. Wtedy w zależności od tego czy przebiegać będzie do przodu czy do tyłu od PCL będziemy mówili o braku tylnego lub przedniego więzadła łąkotkowo udowego (8).

Po 10 tygodniach życia wewnątrzłonowego struktura więzadeł krzyżowych jest dobrze określona. Zbudowane są z tkanki łącznej włóknistej.

W miejscu odejścia więzadła ulegają bogatej waskularyzacji (7).

Wiadomo że pęczki tworzące więzadła krzyżowe ulegają skrzyżowaniu. Co więcej włókna w obrębie każdego z więzadeł również krzyżują się. W 18 – 21 tygodniu życia płodowego w więzadle krzyżowym przednim znajdują się dwa pęczki – przedni i tylny. Położone są one równolegle na całym przebiegu. Następnie oba pęczki ulegają skrzyżowaniu przy czym pęczek przedni obejmuje spiralnie tylny od przodu i przyśrodkowo. Tłumaczy się to tym iż w okresie płodowym kość udowa obraca się

wraz z zawiązkiem więzadła. Krzyżowanie się włókien w więzadle pozwala na lepszy rozkład obciążenia w czasie ruchów stawu (2).

Anatomiczna struktura więzadeł krzyżowych i morfometria ich przyczepów u dorosłych została szczegółowo opisana. W materiale noworodkowym znane są jedynie pojedyncze doniesienia (1, 4). W ponad połowie przypadków długość więzadeł jest jednakowa. W pozostałych tylne jest większe od przedniego. Średnia długość więzadeł wynosi ok. 11mm. Średnia szerokość więzadła krzyżowego przedniego wynosi ok. 4,5 mm, a tylnego ok. 5 mm (6).

### Piśmiennictwo

1. Aksundowa A.A. Sriednije i krajnije formy indywidualnoi izmieničnosti eliemientow kolennowo sustawa i krowosnobżenie ich u noworożdiennych. Praca doktorska Alma-Ata 1962
2. Aliskowa E.P. Strojenie kolennowo sustawa w embriogieniez u mlekopitajuszczich w normie i w ekspierimientie. Praca doktorska. Jarosław 1986
3. Berkgaut K.F. Gistogieniez sustawnych eliemientow kolennowo sustawa u czelowieczieskowo zarodyszczu. Trudy Astrachanskowo Miedinstituta Astrachań 1956 12:95 – 107
4. Ibrachimow A.K. K anatomii kolicennowo sustawa płodow i noworożdiennych Praca doktorska Samarkanda 1970
5. Kabak S.L., Feszczenko S.P., Aliskowa E.P.: Prienatalnyj morfogieniez sustawow. W monografii: Kostno-systawnaja sistemi: morfologiczieskie i biochimizieskie aspikty formirowania Minsk 1990 s. 46 – 56
6. Kisieliewskij Y.M.: Strojenie i krowosnobżenie kolennowo sustawa noworożdiennych dietiej Materialy Mieźnarodnoi Naucznoi Konfierencji Grodno 2000 s. 72 – 73
7. Kotti E.P. Razwitie formy kolennowo sustawa czelowiecka. Praca doktorska Ufa 1955
8. Lahlaidi A, Vactavek J. Les ligaments menisci-femefeux posterieus et leur signification selon l'organogenie. Bull Assoc Anat (Nancy) 1975 59:164:177 – 83
9. Markuszew W.M. Materialy o rozwiti kolennowo sustawa czelowiecka Praca doktorska Ufa 1955
10. Merida-Velasco J.A., Sanchez-Montesinos I., Espin-Ferra J., Merida-Velasco J.R. i wsp.: Development of the human knee joint ligaments Anat. Rec. 1997 248:259 – 268
11. Poplewski R. Anatomia ssaków Tom II Układ Kostnostawowy. Czytelnik Warszawa 1948
12. Ratajczak W.: Early development of the cruciate ligaments in staged humann embryos Folia Morphol. 2000 59:285 – 290
13. Ratiszwili G.I. Razwitie kolennowo systawa y czelowiecka poslie roźdienia Praca doktorska Tiblisi 1954

**Adres do korespondencji / Address for correspondence:** Bogdan Ciszek, Zakład Anatomii Prawidłowej CB Akademii Medycznej w Warszawie, ul. Chałubińskiego 5, 02 – 004 Warszawa, bciszek@ib.amwaw.edu.pl