



Odrębności anatomiczne i biomechaniczne kolana w aspekcie endoprotezoplastyki stawu

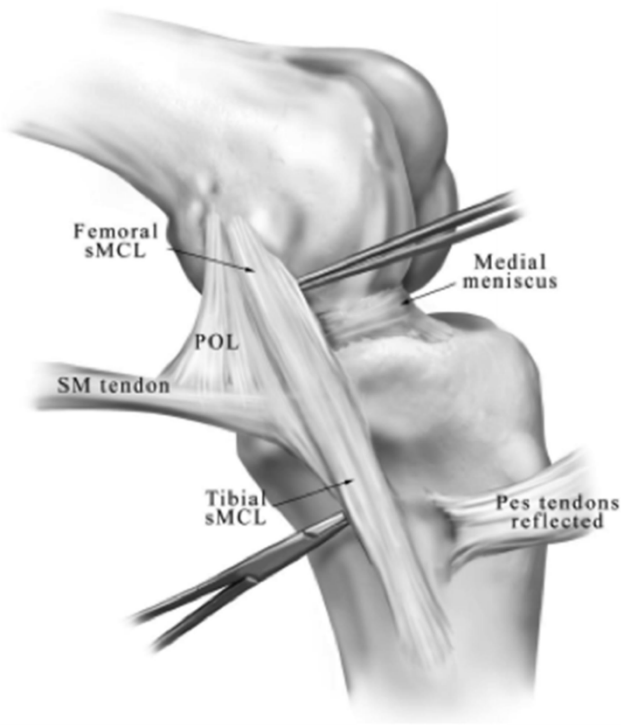
Paweł KOSIOR, Damian KUSZ

Katedra i Klinika Ortopedii i Traumatologii Narządu Ruchu SUM w Katowicach
Kierownik: prof. dr hab. n. med. Damian Kusz

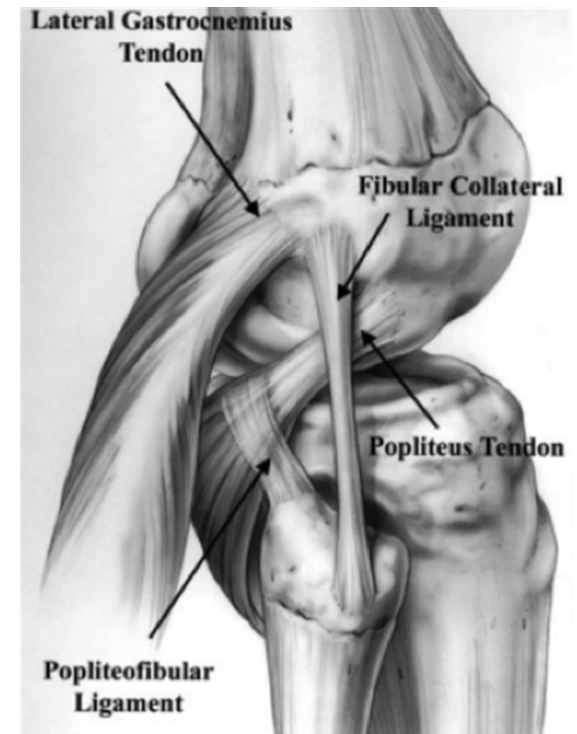
BUDOWA I OSIOWOŚĆ STAWU KOLANOWEGO

Staw kolanowy jest skomplikowaną strukturą, do którego funkcjonowania wymagane jest współdziałanie wielu elementów, zarówno kości, jak i tkanek miękkich.

Stopień skomplikowania jego budowy oraz bliskość wielu wrażliwych struktur anatomicznych powoduje, że operacje naprawcze w jego obrębie wymagają dużej wiedzy i bogatego doświadczenia.

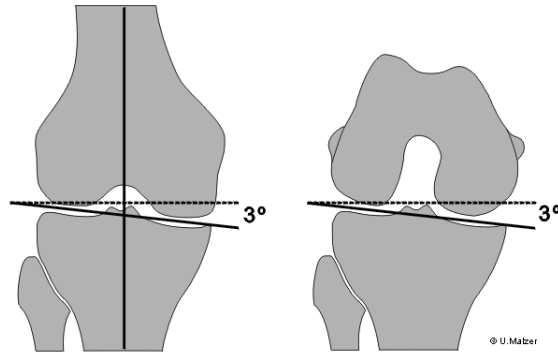
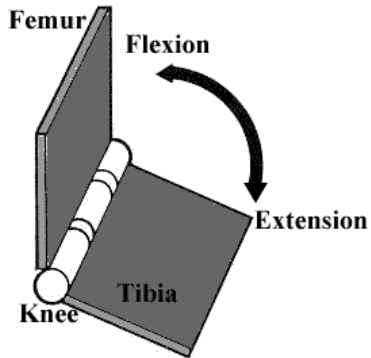


Zachowanie wzmożonej uwagi i ostrożności szczególnie konieczne jest przy leczeniu chorych ze znacznymi deformacjami stawów.



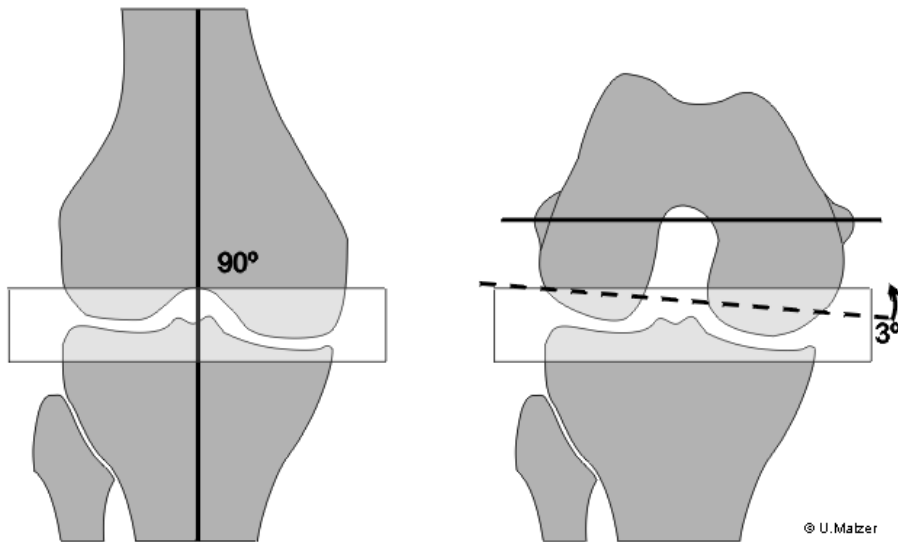
BUDOWA I OSIOWOŚĆ STAWU KOLANOWEGO

Staw kolanowy – to fundamentalnie staw zawiasowy z głównym ruchem zgięcia-wyprostu.



Jednakże zarówno promienie, jak i długości powierzchni stawowych kości tworzących staw różnią się.

Kłykiec przyśrodkowy kości udowej jest większy oraz bardziej wystający i wypukły niż kłykiec boczny.



Przyśrodkowa powierzchnia stawowa piszczeli jest większa oraz wklęsła w obu płaszczyznach, z kolei powierzchnia stawowa boczna jest wyższa i bardziej wypukła.

Taka budowa anatomiczna powoduje pochylenie powierzchni stawowej piszczeli w stronę przyśrodkową oraz tym samym ustawienie szczeliny stawu w szpotawości (około 3°).

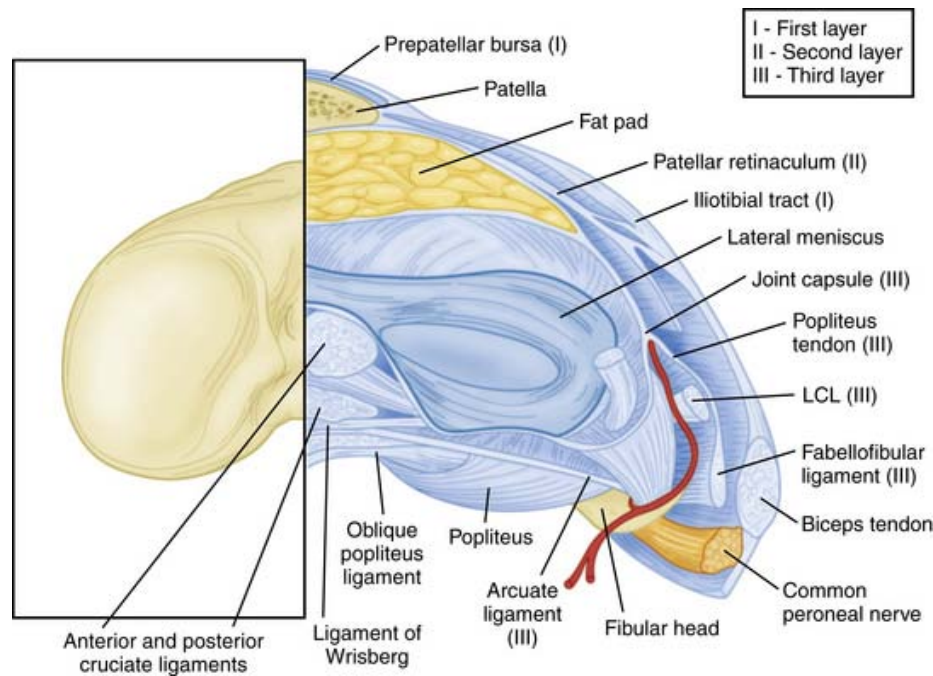
*<http://thomasbondphysio.blogspot.com/2014/09/knee-injuries.html>

*<https://umalzer.de/deutsch/offen/medizin/asg/asgpub.htm>

BUDOWA I OSIOWOŚĆ STAWU KOLANOWEGO



Standardowe tyłopochylenie piszczeli wynosi średnio 7-10° (zakres 0-20°), a także jak mówią badania, nie ma w tym przypadku odmienności rasowych oraz ze względu na płeć.



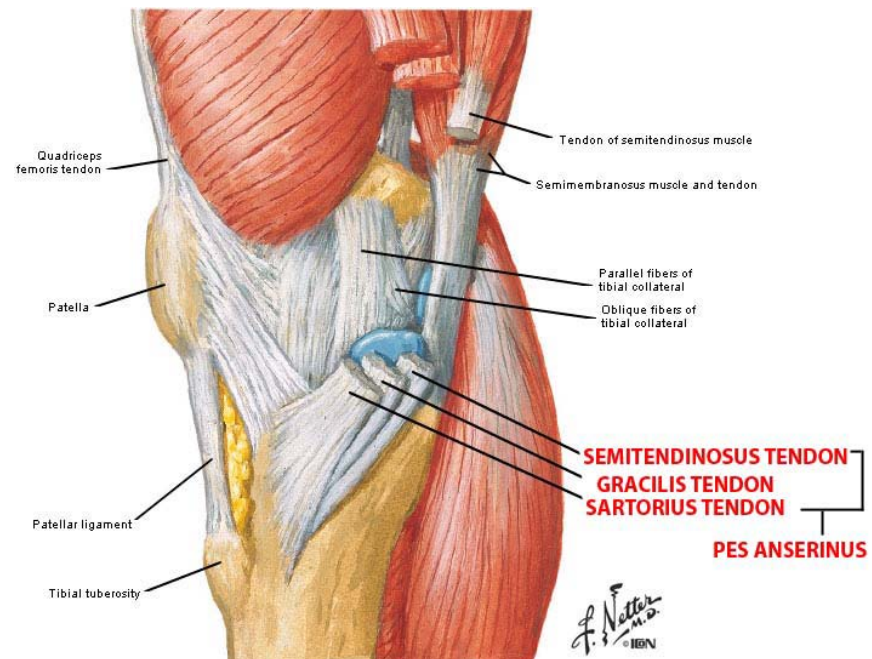
Wyniosłość międzykłykciowa oddziela powierzchnie stawowe piszczeli. Nie bierze udziału w artykulacji i jest miejscem przyczepu więzadeł krzyżowych.

*<http://www.jkoa.org/search.php?where=aview&id=10.4055/jkoa.2013.48.4.266&code=0043JKOA&vmode=PUBREADER#!po=25.0000>

*Published in: „Anatomic Reconstruction of the Posterolateral Corner” James Bicos, Daniel Purcell, Robert Arciero , <<http://clinicalgate.com/anatomic-reconstruction-of-the-posterolateral-corner/>>

BUDOWA I OSIOWOŚĆ STAWU KOLANOWEGO

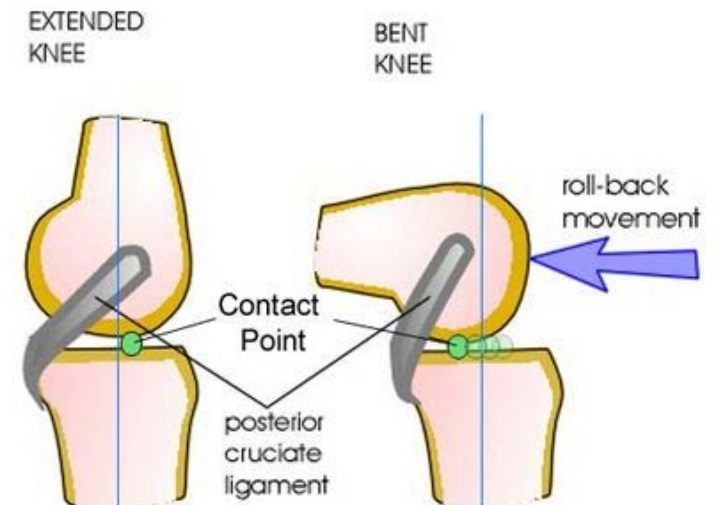
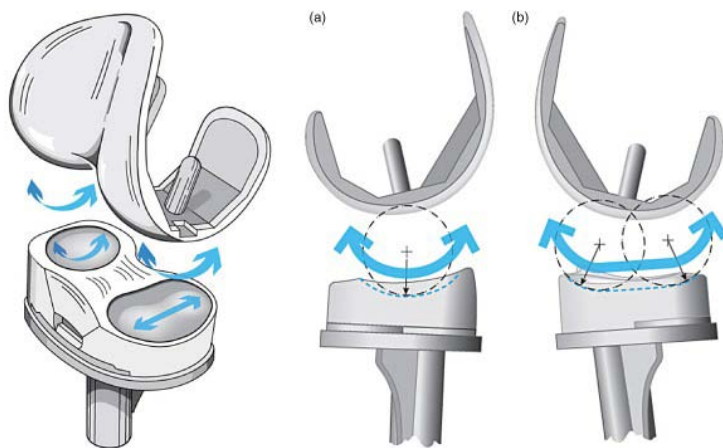
- Trzy wyniosłości kostne wystają 2-3cm dystalnie od powierzchni stawowych piszczeli:
 - guzowatość piszczeli
 - gęsia stopka
 - guzek Gerdy'ego



BUDOWA I OSIOWOŚĆ STAWU KOLANOWEGO

W przebiegu złożonego ruchu w stawie, możemy obserwować zjawiska, które pozwalają na płynne ruchy stawu kolanowego.

- **Roll-back** – podczas zgięcia stawu zachodzi równocześnie toczenie i ślizg (tylna translacja)
 - złożony ruch, który zawiera „ślizganie” powstaje w pewnym okresie, jako dodatek do ruchu „toczenia pomiędzy dwiema kośćmi”
 - średnia translacja kłykcia przyśrodkowego – 2mm
 - średnia translacja kłykcia bocznego - 21mm
- **Medial pivot** – rotacja piszczeli względem uda (oś obrotu znajduje się na przecięciu najbardziej napiętych włókien WKP i WKT, bardziej przyśrodkowo, na co również ma wpływ budowa kłykcia przyśrodkowego)

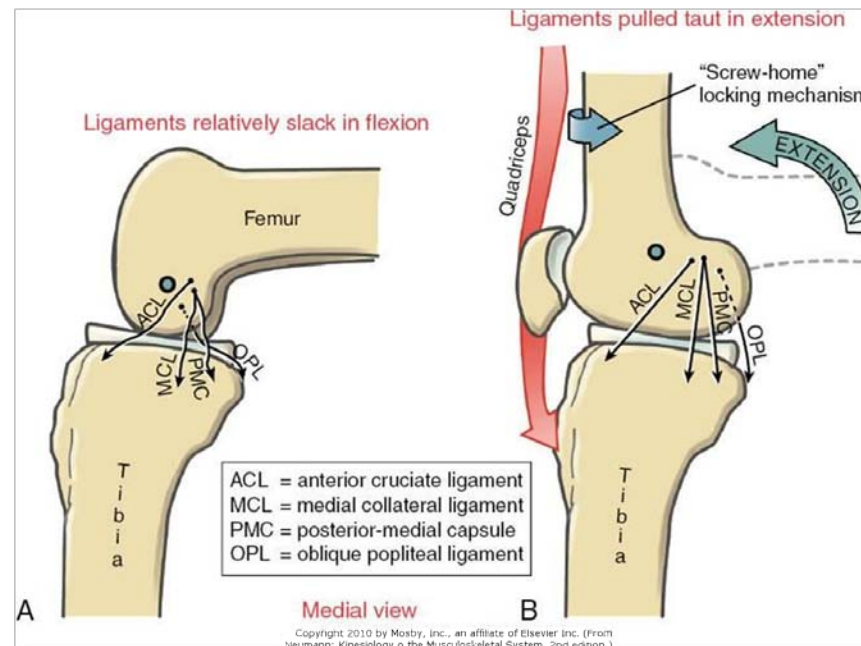


BUDOWA I OSIOWOŚĆ STAWU KOLANOWEGO

Screw-home mechanism, „mechanizm zaryglowania” – spowodowany jest unikatowym anatomicznym ukształtowaniem stawu kolanowego

W końcowej fazie wyprostu staw kolanowy ustawia się w lekkim przeproście i zostaje ustabilizowany dzięki napinającym się więzadłom krzyżowym i pobocznym.

Jako wielkość kłykcia przyśrodkowego jest większa niż boczny, piszczel rotuje się zewnętrznie o około 15° względem kości udowej podczas ostatnich 20° wyprostu.

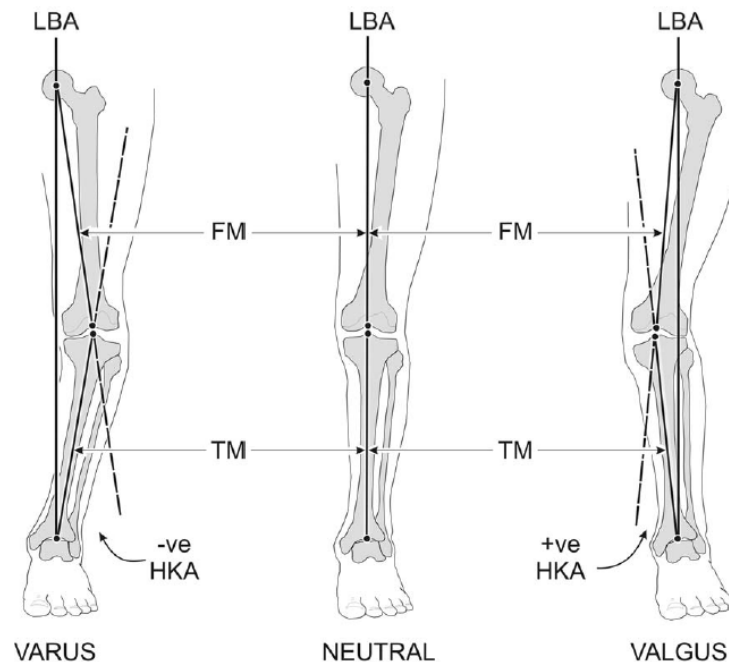


BUDOWA I OSIOWOŚĆ STAWU KOLANOWEGO

Linia Mikulicza – oś mechaniczna kończyny

- Oś mechaniczna uda: środek głowy kości udowej – środek dołu międzykłykciowego uda
- Oś mechaniczna piszczeli: środek wyniosłości międzykłykciowej – środek powierzchni stawowej boczka kości skokowej
- Oś mechaniczna kończyny – środek g.k.u. – j.w.

Neutralna – przebiega przez środek szpary stawu kolanowego



BUDOWA I OSIOWOŚĆ STAWU KOLANOWEGO

Oś mechaniczna kończyny – prawidłowo jest bliska „neutralnej” (-1.0° to -1.3°), jednak duże odchylenie standardowe wskazuje, że u znacznej części populacji spasowana jest koślawo lub szpotawo – co może być czynnikiem predysponującym rozwoju choroby zwyrodnieniowej w przyszłości.

Study	Hip-Knee-Ankle angle	SD
Moreland ¹	-1.3°	2.0
Hsu ²	-1.2°	2.2
Cooke ³	-1.0°	2.8
Chao ⁴	-1.2°	2.2

¹ Moreland JR, Bassett LW, Hanker GJ. Radiographic analysis of the axial alignment of the lower extremity. J Bone Joint Surg Am 1987;69:745-9.

² Hsu RW, Himeno S, Coventry MB, et al. Normal axial alignment of the lower extremity and load-bearing distribution at the knee. Clin Orthop Relat Res 1990;255:215-27.

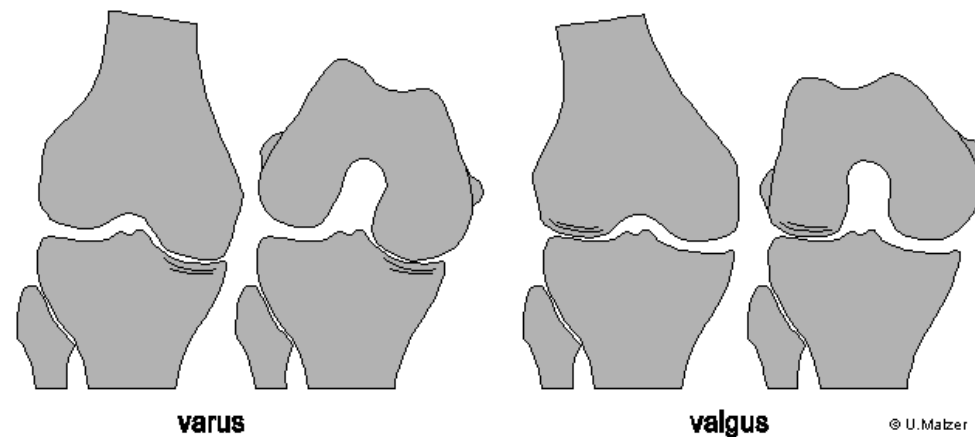
³ Cooke D, Scudamore A, Li J, et al. Axial lower-limb alignment: comparison of knee geometry in normal volunteers and osteoarthritis patients. Osteoarthritis Cartilage 1997;5:39-47.

⁴ Chao EY, Neluheni EV, Hsu RW, et al. Biomechanics of malalignment. Orthop Clin North Am 1994;25:379-86.

DEFORMACJE: SZPOTAWA I KOŚŁAWA

Wyznaczając oś mechaniczną u danego pacjenta powinniśmy wspomagać się zdjęciami na długiej kliszy. Pozwala to na określenie, z jaką deformacją się spotykamy i pozwala uniknąć błędów przy operacji.

Ogniskowy ubytek przedziału przyśrodkowego prowadzi do jego zwężenia i przemieszczenia środka stawu kolanowego bocznie pod obciążeniem.



Podobnie, zwężenie boczego przedziału powoduje jego przyśrodkowe przemieszczenie.

Takie odrębności wymagają odpowiedniego podejścia i leczenia operacyjnego, prawidłowego docięcia i wyrównania ubytków kostnych oraz balansu tkankowego (odpowiedniego uwalniania przykurczonych struktur).

ROM

Zakres zgięcia potrzebny do wykonania czynności życia codziennego.

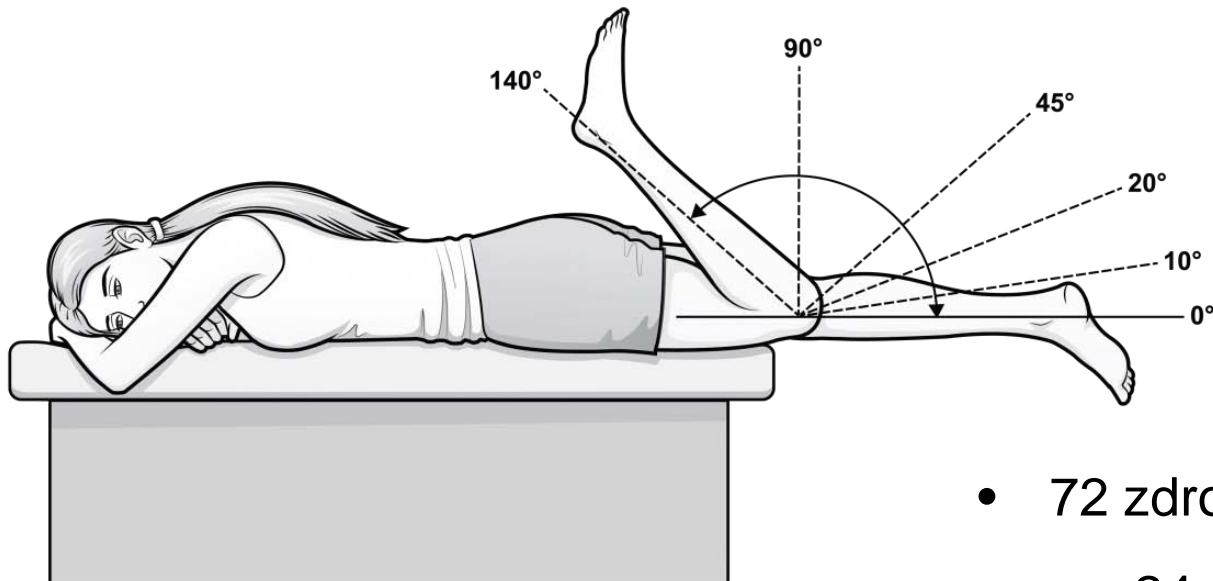
Czynność	wymagany kąt zgięcia stawu kolanowego
normalny chód	67°
wchodzenie po schodach	83°
schodzenie po schodach	90°
wstawanie z krzesła	93°

ROM - prawda czy fałsz?

Rasa Kaukaska osiąga mniejszy średni zakres zgięcia w stosunku do populacji „nie-zachodnich”.

Płeć ma wpływ na tylną translację (roll-back) oraz rotację kłykci udowych po powierzchni stawowej piszczeli (medial pivot).

ROM



- 72 zdrowe osoby
 - 24 ♂ rasy Kaukaskiej
 - 24 ♀ rasy Kaukaskiej
 - 13 ♂ rasy Azjatyckiej
 - 11 ♀ rasy Azjatyckiej

ROM

Pomimo istnienia znacznej zmienności, zaobserwowano niewielkie różnice pomiędzy grupami badawczymi, zwłaszcza w dużym zgięciu.

	Rasa Kaukaska		Rasa Azjatycka	
	♂	♀	♂	♀
maksymalne zgięcie	146°	152°	151°	153°
rotacja zewnętrzna	mniejszy zakres		większy zakres	
przednie wysunięcie kłykcia przyśrodkowego kości udowej	mniejsze		większe	

ROM

- Wnioski:
 - Kiedy kłykiec przyśrodkowy pozostaje bardziej „nieruchomy” podczas zgięcia, kłykiec boczny doznaje większej tylnej translacji i możliwy jest większy zakres ruchu w stawie.
 - Możliwość osiągnięcia większej rotacji zewnętrznej może również być powiązane z większą wiotkością ACL kobiet niż mężczyzn oraz rasy azjatyckiej niż kaukaskiej.
 - Większa możliwość rotacji zewnętrznej = większy ROM

	Rasa Kaukaska		Rasa Azjatycka	
	♂	♀	♂	♀
maksymalne zgięcie	146°	152°	151°	153°
rotacja zewnętrzna	mniejszy zakres		większy zakres	
przednie wysunięcie kłyka przyśrodkowego kości udowej	mniejsze		większe	

Czy istnieje potrzeba stosowania dedykowanych implantów?

Pod koniec XX wieku zaczęły pojawiać się pierwsze badania wykazujące różnice w anatomii kolana w zależności od płci i rasy.

Tym samym rozpoczęła się dyskusja nad koniecznością i celowością stosowania dedykowanych implantów o niestandardowych wymiarach.

Wielu badaczy podkreślało konieczność produkowania oraz implantowania protez dedykowanych dla konkretnej grupy docelowej.

Odmienności w budowie bliższego końca kości piszczelowej oraz dalszego końca kości udowej w odniesieniu do rasy i płci.

Potencjalne korzyści ze stosowania dedykowanych implantów (dla płci lub danej populacji).

Stosowanie dedykowanych implantów – krótko- i długoterminowe wyniki leczenia.

Odmienności w budowie bliższego końca kości piszczelowej oraz dalszego końca kości udowej w odniesieniu do rasy i płci.

Największy rozmiar stawu kolanowego odpowiednio mają populacje: Amerykańska (rasa Kaukaska), Arabska i Chińska (rasa Azjatycka).

*co może być spowodowane różnicą w wysokości wzrostu pomiędzy populacjami

Kobiety mają mniejszy rozmiar k. udowej i piszczelowej w wymiarze przednio-tylnym (AP) i bocznym (ML).

*najnowsze badania nie wykazują istotnych różnic między płciami, jeśli wyniki skoreluje się z wysokością ciała pacjenta lub długością kości udowej

Autor	Populacja	tibial ML (mm)	tibial AP (mm)	femoral ML (mm)	femoral AP (mm)
Mensch et al.	Amerykańska	74.9 (K-70.1; M-80.3)	47.1 (K-42.2; M-48.9)	76.8 (K-69.9; M-82.1)	
Hafez et al.	Arabska	74.4 (K-73; M-80)	49 (K-48; M-52.5)	72.04 (K-70.5; M-78.5)	68.35 (K-67.3; M-78.5)
Cheng et al.	Chińska	73.0 (K-68.8; M-76.4)	48.8 (K-45.7; M-51.3)	71.0 (K-66.8; M-74.4)	64.1 (K-61; M-66.6)
Liu et al.	Chińska	69.6 (K-67.2; M-73.6)	46.1 (K-44.6; M-48.5)		

Odmienności w budowie bliższego końca kości piszczelowej oraz dalszego końca kości udowej w odniesieniu do rasy i płci.

Występuje istotna asymetria w budowie zarówno uda, jak i piszczeli.

Wyniki potwierdzają, że kłykiec przyśrodkowy są większe od bocznych oraz mogą wskazywać na korzyści ze stosowania asymetrycznych implantów piszczelowych.

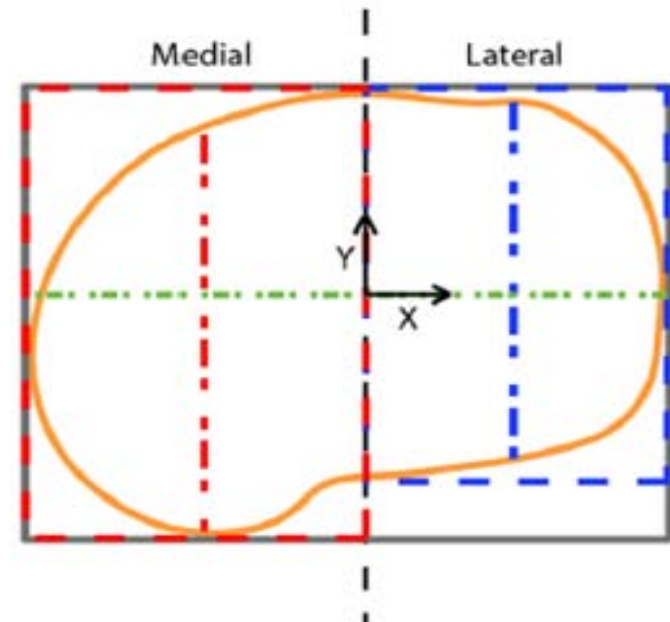
Autor	Populacja	Kłykiec przyśrodkowy k. udowej jest większy względem bocznego	Kłykiec przyśrodkowy piszczeli jest większy względem bocznego
Hitt et al.	Amerykańska		o 4.3 mm (K) i 5.2 mm (M)
Mensch et al.	Amerykańska	o 3 mm	o 3.6 mm
Hafez et al.	Arabska	o 2.37 mm (K-2.88 mm; M-0.25 mm)	o 5.4 mm (K-5.98 mm; M-2.93 mm)
Cheng et al.	Chińska	o 0.6 mm (K-0.5 mm; M-0.8 mm)	o 5.4 mm (K-5.1 mm; M-5.6 mm)
Liu et al.	Chińska		o 4.2 mm (K-4.5 mm; M-3.6 mm)

Odmienności w budowie bliższego końca kości piszczelowej oraz dalszego końca kości udowej w odniesieniu do rasy i płci.

Y. Dai, J.E. Bischoff otrzymali zbliżone wyniki oraz zwracają uwagę, iż:

różnice w ukształtowaniu piszczeli i uda można w znacznym stopniu przypisać ogólnej zmienności wielkości kości, niż specyficznym różnicom spowodowanymi pochodzeniem lub płcią

poruszane w literaturze gorsze dopasowanie implantów w niektórych populacjach, zwłaszcza Azjatyckich jest spowodowane problemami z dostępnością odpowiednio małych implantów, niż specyficznymi różnicami ukształtowania kości



Potencjalne korzyści ze stosowania dedykowanych implantów (dla płci lub danej populacji).

Teza – dokładne dopasowanie pomiędzy implantem, a powierzchnią kości jest czynnikiem warunkującym uzyskania dobrych długoterminowych wyników.

Zbyt szeroki implant

Zbyt wąski implant

– potencjalne zagrożenia –

podrażnienie tkanek miękkich

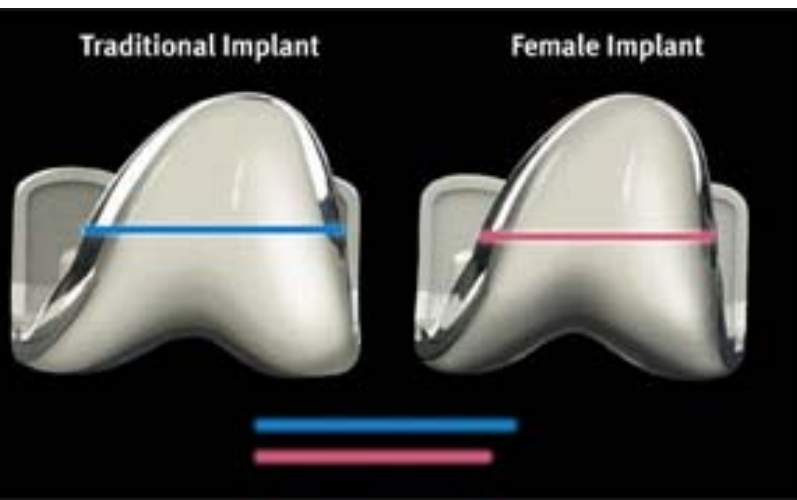
niestabilność lub obluzowanie endoprotezy

powstanie niekorzystnego rozkładu sił w stawie rzepekowo-udowym
(ból przedniego przedziału kolana, zmniejszony ROM)

złamanie okołoprotezowe
(zbyt duże wcięcie w przednią korówkę)

brak balansu w zgięciu i wyproście
(nadmierna resekcja tylnych kłykci)

pozostawienie wyeksponowanej kości gąbczastej
(źródło krwawienia pooperacyjnego, możliwe ognisko powstawania osteolizy)



*<http://www.kneereplacementcenter.org/images/knee-1.jpg>

Stosowanie dedykowanych implantów – krótko- i długoterminowe wyniki leczenia.

Taca piszczelowa – symetryczna, asymetryczna czy anatomiczna?

Implant symetryczny – tendencja do nadmiernego wystawiania implantu w części tylnobocznej.

W związku z tym zauważono zwiększoną tendencję do nieprawidłowego ustawienia implantu w rotacji wewnętrznej.

(* w mniejszym stopniu przy użyciu implantu asymetrycznego)

Pomimo ambicji jak najdokładniejszego pokrycia kości implantem, prawidłowa rotacja pozostaje najważniejszym czynnikiem w osiągnięciu prawidłowej kinematyki kolana i toru rzepki.

Implant anatomiczny – strona ciała, płeć, rozmiar – żaden z tych czynników nie zmienia obliczonego matematycznie kształtu piszczeli. Opracowany model pozwala na $\pm 4^\circ$ dowolność przy ustawianiu rotacji.

Stosowanie dedykowanych implantów – krótko- i długoterminowe wyniki leczenia.

S.J. MacDonald, R.B. Bourne, R.W. McCalden (2008)

Liczba TKA

5279

Przedmiot oceny

przeżywalność, wynik kliniczny

Follow-up

min. 2 lata

ocena wyniku
klinicznego

WOMAC, SF-12, KSCRS (również ocena przedoperacyjna)

KOBIETY

WOMAC - większa poprawa (ból, sztywność stawu, funkcjonowanie, wynik całkowity)
SF-12 – bez różnic

MĘŻCZYŹNI

lepszy wynik przedoperacyjny
KSCRS – większa poprawa, lepszy wynik punktowy

wskaźnik rewizji
(K vs M)

8% vs 10.2%

Podsumowanie – KOBIETY – dłuższy czas przeżycia implantu, większa poprawa w skali WOMAC, identyczna poprawa w skali SF-12, mniejsza poprawa jedynie w skali KSCRS

Stosowanie dedykowanych implantów – krótko- i długoterminowe wyniki leczenia.

Kim, Jong-Min et al. (2015)

Liczba TKA

104

Przedmiot oceny

ROM, wynik kliniczny i radiologiczny

Follow-up

min. 3 lata

ocena wyniku klinicznego

HSS Score

niedopasowanie elementów endoprotezy

u 59.6% K z tradycyjnym implantem
u 25% K z implantem dedykowanym dla kobiet

Podsumowanie

- 1. Użycie implantów dedykowanych dla kobiet znacząco zredukowało możliwość wystąpienia niedopasowania elementu udowego.**
- 2. Pomiędzy grupami nie zaobserwowano istotnych różnic klinicznych, funkcjonalnych czy radiologicznych w obserwacji krótkoterminowej.**

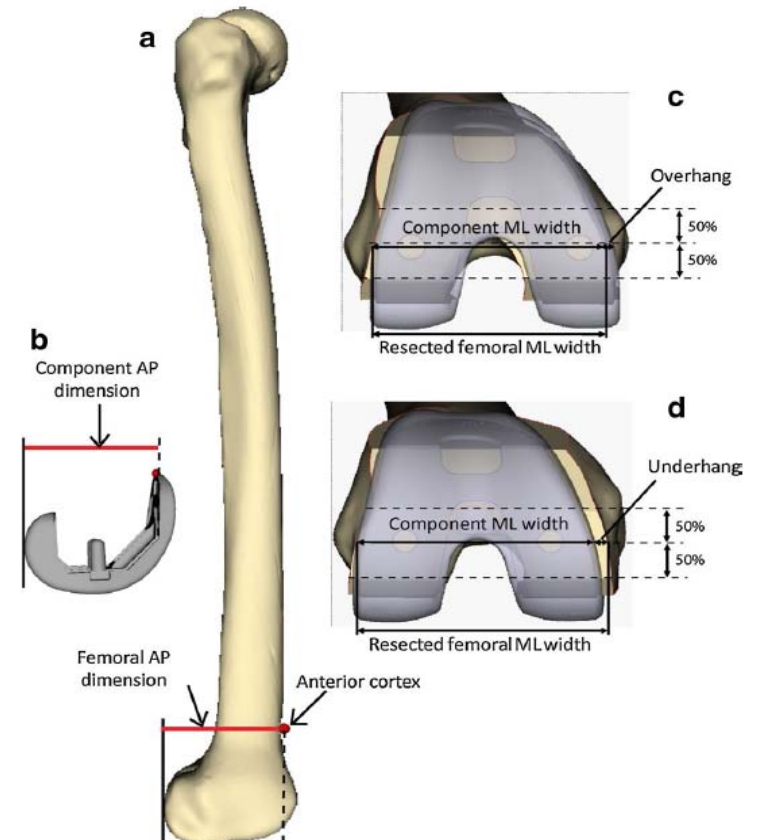
* Potencjalne zalety stosowania implantów dedykowanych dla kobiet, takie jak unikanie przeciążania stawu rzepkowo-udowego, drażnienie tkanek miękkich i ból przedniego przedziału kolana, powinny być oszacowane w badaniach z obserwacją długoterminową.

Podsumowanie

BADANIA OBALAJĄ HIPOTEZĘ MÓWIĄCĄ O GORSZYCH EFEKTACH KLINICZNYCH U KOBIET PO ENDOPROTEZOPLASTYCE PRZY UŻYCIU STANDARDOWYCH IMPLANTÓW

Z DRUGIEJ STRONY

- Mahoney et al.:
 - zbyt duży element udowy i jego odstawanie >3mm wystąpiło u 40% mężczyzn i 68% kobiet
 - w 39% ból pooperacyjny był bezpośrednio związany wystawianiem elementu udowego
 - wystawianie elementu udowego > 3mm podwaja ryzyko wystąpienia klinicznie istotnego bólu kolana w ciągu 2 lat po TKA
- Chau et al.:
 - wystawianie elementu piszczelowego > 3mm powoduje znacząco silniejszy ból i wynik funkcjonalny w ciągu 5 letniej obserwacji



WNIOSKI

Staw kolanowy jest złożonym stawem, w którym zachodzą ruchy wielopłaszczyznowe.

Poznanie anatomii oraz wnikliwe zrozumienie złożonej biomechaniki stawu jest kluczem do sukcesu w nowoczesnej endoprotezoplastyce stawu kolanowego.

W dalszym ciągu istnieją kontrowersje odnośnie potrzeby stosowania implantów dedykowanych dla kobiet.

W chwili obecnej większość badaczy nie zaleca stosowania dedykowanych endoprotez, jednocześnie sugerując używanie implantów, które mają szeroki wachlarz dostępnych rozmiarów.

Bibliografia

K. J. Koval and J. D. Zuckerman, Handbook of Fractures: Third Edition, Lippincott Williams & Wilkins, 2006. ISBN: 0-7817-9009-3

Kim, Ha Yong et al. "Screw-Home Movement of the Tibiofemoral Joint during Normal Gait: Three-Dimensional Analysis." *Clinics in Orthopedic Surgery* 7.3 (2015): 303–309. *PMC*. Web. 23 Oct. 2016.

S. Terry Canale, MD and James H. Beaty, MD, Campbell's Operative Orthopaedics, 12th Edition, Philadelphia, PA: Elsevier/Mosby, 2013.

Frontal Plane Knee Alignment: A Call for Standardized Measurement T Derek V Cooke, Elizabeth A Sled and R Allan Scudamore *The Journal of Rheumatology* 2007

Leszko, Filip et al. "In Vivo Normal Knee Kinematics: Is Ethnicity or Gender an Influencing Factor?" *Clinical Orthopaedics and Related Research* 469.1 (2011): 95–106. *PMC*. Web. 27 Oct. 2016.

Hafez, Mahmoud A. et al. „Anthropometry of Arabian Arthritic Knees: Comparison to Other Ethnic Groups and Implant Dimensions" *The Journal of Arthroplasty* , Volume 31 , Issue 5 , 1109 - 1116

Hitt K. et al. „Anthropometric Measurements of the Human Knee: Correlation to the Sizing of Current Knee Arthroplasty Systems" *J Bone Joint Surg Am* Nov 2003, 85 (suppl 4) 115-122;

Dai, Y. and Bischoff, J. E. (2013), Comprehensive assessment of tibial plateau morphology in total knee arthroplasty: Influence of shape and size on anthropometric variability. *J. Orthop. Res.*, 31: 1643–1652. doi:10.1002/jor.22410

Dai, Y., Scuderi, G.R., Bischoff, J.E. et al. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* (2014) 22: 2911. doi:10.1007/s00167-014-3282-0

Hartel, Maximilian J. et al. „The influence of tibial morphology on the design of an anatomical tibial baseplate for TKA" *The Knee* , Volume 21 , Issue 2 , 415 - 419

MacDonald, S.J., Charron, K.D., Bourne, R.B. et al. The John Insall Award: gender-specific total knee replacement: prospectively collected clinical outcomes. *Clin Orthop Relat Res* (2008) 466: 2612. doi:10.1007/s11999-008-0430-1

Kim, Jong-Min et al. "Results of Gender-Specific Total Knee Arthroplasty: Comparative Study with Traditional Implant in Female Patients." *Knee Surgery & Related Research* 27.1 (2015): 17–23. *PMC*. Web. 9 Oct. 2016.

Yang B, Yu JK, Zheng ZZ, Lu ZH, Zhang JY (2014) Comparative Study of Sex Differences in Distal Femur Morphology in Osteoarthritic Knees in a Chinese Population. *PLoS ONE* 9(2): e89394. doi: 10.1371/journal.pone.0089394

Yue, Bing et al., How the Gender or Morphological Specific TKA Prosthesis Improves the Component Fit in the Chinese Population? *The Journal of Arthroplasty* , Volume 29 , Issue 1 , 71 - 74

Dargel, Jens et al., Human Knee Joint Anatomy Revisited: Morphometry in the Light of Sex-Specific Total Knee Arthroplasty, *The Journal of Arthroplasty* , Volume 26 , Issue 3 , 346 - 353

Dai, Yifei et al. "Increased Shape and Size Offerings of Femoral Components Improve Fit during Total Knee Arthroplasty." *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 22.12 (2014): 2931–2940. *PMC*. Web. 25 Oct. 2016.

Yue, Bing et al. "Differences of Knee Anthropometry Between Chinese and White Men and Women." *The Journal of arthroplasty* 26.1 (2011): 124–130. *PMC*. Web. 27 Oct. 2016.

A scenic view of a river flowing through a dense forest. The river is brownish and turbulent, cascading over a dark, mossy rock ledge that forms a small waterfall or dam. The surrounding forest is lush with green trees and foliage, with sunlight filtering through the canopy. The overall atmosphere is serene and natural.

Dziękuję za uwagę