

**OGÓLNOPOLSKIE SYMPOZJUM  
BŁĘDY, ALERGIA, POWIKŁANIA  
I REHABILITACJA W ALOPLASTYCE KOLANA  
- STANDARDY POSTĘPOWANIA  
Katowice, 12 kwietnia 2019**

**Biomechanika kolana po alopłastyce.  
Czy istnieje implant uniwersalny?**

## Cele aloplastyki?

- poprawa wyniku funkcjonalnego po TKR
- najlepsze możliwe położenie implantów z przywróceniem neutralnej osi kończyny

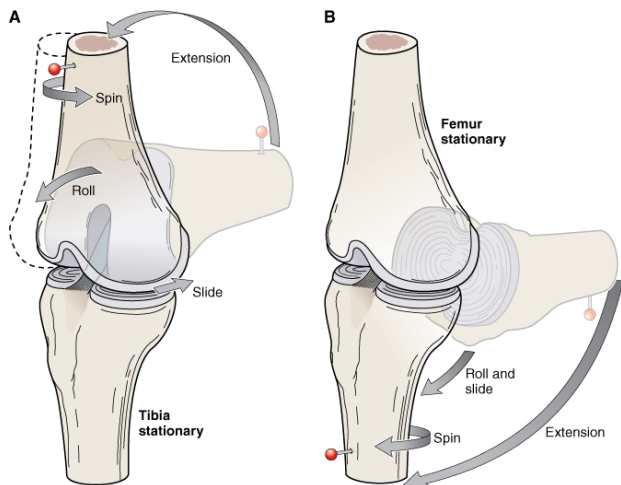
Wg rejestrów niezadowolenie z końcowego wyniku występuje u 20-25% pacjentów po TKR.

## Jak je osiągnąć?

- protezy jedno-, wieloosiowe, stopniowo zmniejszające oś zgięcia
- wkładki CR, PS, mobile-bearing, medial-pivot (ball-in-socket)
- PSI (Patient Specific Instrumentation)
- implanty custom-made
  
- technika operacyjna / krzywa uczenia (przyspieszone zużycie, obłuzowanie)

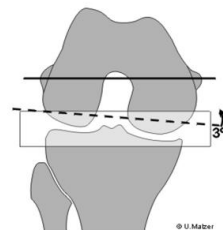
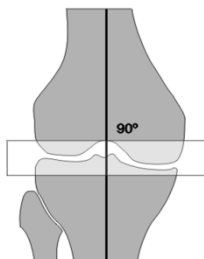
## Budowa i osiowość stawu kolanowego

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



Source: Dutton M: Dutton's Orthopaedic Examination, Evaluation, and Intervention, 3rd Edition: www.accessphysiotherapy.com

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.



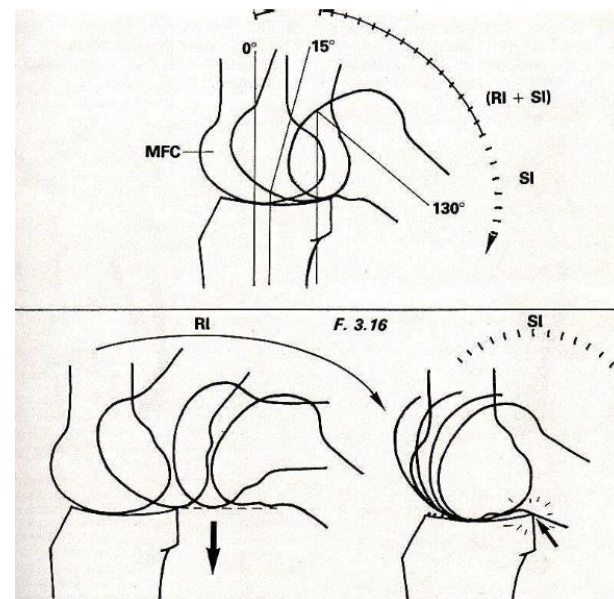
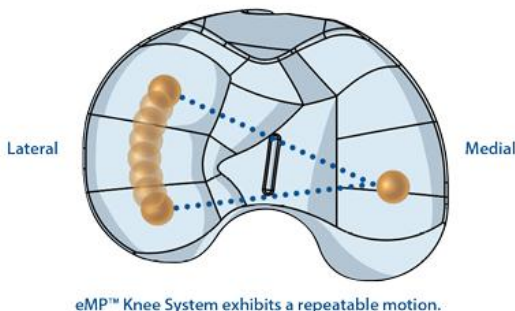
- zarówno promienie, jak i długości powierzchni stawowych kości tworzących staw różnią się
- kłykiec przyśrodkowy k. udowej – większy, bardziej wystający i wypukły
- przyśrodkowa powierzchnia stawowa piszczeli – większa, wklęsła
- boczna powierzchnia stawowa – wyższa, bardziej wypukła
- taka budowa anatomiczna powoduje pochylenie powierzchni stawowej piszczeli w stronę przyśrodkową oraz tym samym ustawienie szeliny stawu w szpotawości (około 3°)

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

\* [http://seltsoft.eu/wp-content/uploads/2011/06/Mati\\_Pa%CC%88a%CC%88suke\\_po%CC%83lveliigese\\_biomehaanika.pdf](http://seltsoft.eu/wp-content/uploads/2011/06/Mati_Pa%CC%88a%CC%88suke_po%CC%83lveliigese_biomehaanika.pdf)

## 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)

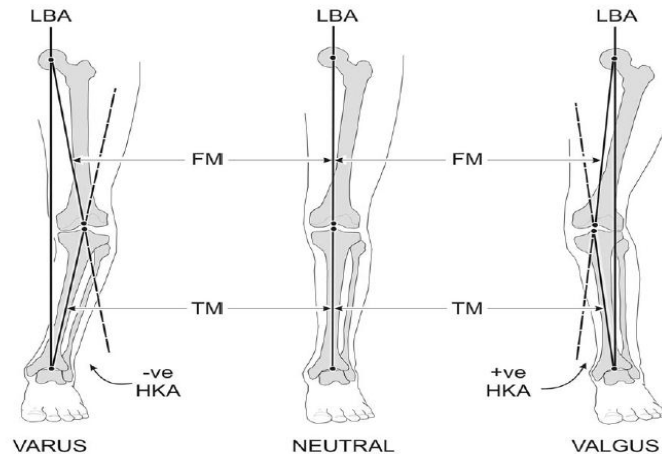


\* [http://ortho.microport.com/MPO/assets/Image/Product%20Images/Evolution/evo\\_webgraphics9.png](http://ortho.microport.com/MPO/assets/Image/Product%20Images/Evolution/evo_webgraphics9.png)

• [http://seltst.eu/wp-content/uploads/2011/06/Mati\\_Pa%CC%88a%CC%88suke\\_po%CC%83lveliigese\\_biomehaanika.pdf](http://seltst.eu/wp-content/uploads/2011/06/Mati_Pa%CC%88a%CC%88suke_po%CC%83lveliigese_biomehaanika.pdf)

## Budowa i osiowość stawu kolanowego

- Linia Mikulicza – oś mechaniczna kończyny
- oś mechaniczna uda: środek głowy kości udowej – środek dołu międzyłytkowego uda
- oś mechaniczna piszczeli: środek wyniosłości międzyłytkowej – środek powierzchni stawowej bloczka 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” ( $-1.0^{\circ}$  to  $-1.3^{\circ}$ ), 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 <sup>1</sup>	$-1.3^{\circ}$	2.0
Hsu <sup>2</sup>	$-1.2^{\circ}$	2.2
Cooke <sup>3</sup>	$-1.0^{\circ}$	2.8
Chao <sup>4</sup>	$-1.2^{\circ}$	2.2

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> 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.

<sup>3</sup> 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.

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

## Konstrukcja TKA

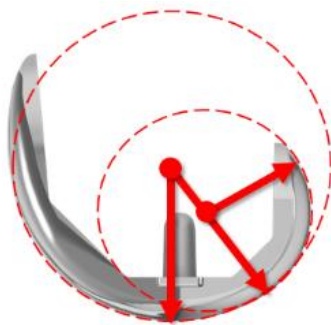
### SINGLE-RADIUS DESIGNS



### JEDNOOSIOWE

- bazują na osi międzynadkłykciowej
- stałe napięcie tkanek miękkich i stabilność podczas ruchu

### MULTI-RADIUS DESIGNS



### WIELOOSIOWE

### ELLIPSE DESIGNS



### STOPNIOWO ZMNIEJSZAJĄCE OŚ ZGIĘCIA

\* [http://synthes.vo.llnwd.net/o16/LLNWMB8/US%20Mobile/Synthes%20North%20America/Product%20Support%20Materials/White%20Papers/0612-66-513\\_ATTUNE\\_Gradius\\_Curve\\_Whitepaper.pdf](http://synthes.vo.llnwd.net/o16/LLNWMB8/US%20Mobile/Synthes%20North%20America/Product%20Support%20Materials/White%20Papers/0612-66-513_ATTUNE_Gradius_Curve_Whitepaper.pdf)  
• <https://musculoskeletalkey.com/historic-development-classification-and-characteristics-of-knee-prostheses-2/>  
• <http://www.pacificsurgical.ph/products/orthopedics/join-reconstruction/advance-medial-pivot-total-knee-replacement.html>

# Konstrukcja TKA

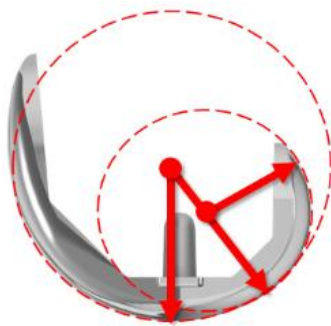
## SINGLE-RADIUS DESIGNS



### JEDNOOSIOWE

- zaprojektowane w celu naśladowania naturalnego ruchu kości udowej
- mniejsza tylna oś umożliwia ruch toczenia i tylnej translacji podczas głębszego zginania stawu
- problemem jest podatność na gwałtowne przesunięcia względem piszczeli podczas zgięcia oraz mniejsza stabilność

## MULTI-RADIUS DESIGNS



### WIELOOSIOWE

## ELLIPSE DESIGNS



### STOPNIOWO ZMNIEJSZAJĄCE OŚ ZGIĘCIA

\* [http://synthes.vo.llnwd.net/o16/LLNWMB8/US%20Mobile/Synthes%20North%20America/Product%20Support%20Materials/White%20Papers/0612-66-513\\_ATTUNE\\_Gradius\\_Curve\\_Whitepaper.pdf](http://synthes.vo.llnwd.net/o16/LLNWMB8/US%20Mobile/Synthes%20North%20America/Product%20Support%20Materials/White%20Papers/0612-66-513_ATTUNE_Gradius_Curve_Whitepaper.pdf)  
 • <https://musculoskeletalkey.com/historic-development-classification-and-characteristics-of-knee-prostheses-2/>  
 • <http://www.pacificsurgical.ph/products/orthopedics/join-reconstruction/advance-medial-pivot-total-knee-replacement.html>



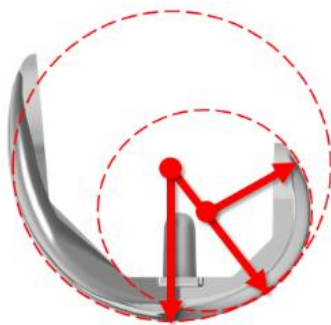
## Konstrukcja TKA

### SINGLE-RADIUS DESIGNS



### JEDNOOSIOWE

### MULTI-RADIUS DESIGNS



### WIELOOSIOWE

### ELLIPSE DESIGNS



### STOPNIOWO ZMNIEJSZAJĄCE OŚ ZGIĘCIA

- tworzy potencjalnie płynne przesunięcie względem piszczeli
- zwiększona stabilność stawu – redukuje możliwość wystąpienia niepożądanego efektu przedniej translacji
- mniejsza powierzchnia kontaktu powierzchni stawowych w zgięciu (może prowadzić do przyspieszonego zużycia polietylenu)

\* [http://synthes.vo.llnwd.net/o16/LLNWMB8/US%20Mobile/Synthes%20North%20America/Product%20Support%20Materials/White%20Papers/0612-66-513\\_ATTUNE\\_Gradius\\_Curve\\_Whitepaper.pdf](http://synthes.vo.llnwd.net/o16/LLNWMB8/US%20Mobile/Synthes%20North%20America/Product%20Support%20Materials/White%20Papers/0612-66-513_ATTUNE_Gradius_Curve_Whitepaper.pdf)

• <https://musculoskeletalkey.com/historic-development-classification-and-characteristics-of-knee-prostheses-2/>

• <http://www.pacificsurgical.ph/products/orthopedics/join-reconstruction/advance-medial-pivot-total-knee-replacement.html>

# Konstrukcja TKA

[Int Orthop](#). 2014 Feb; 38(2): 227-233.

Published online 2014 Jan 14. doi: [10.1007/s00264-013-2245-2](#)

PMCID: PMC3923950

PMID: [24420156](#)

## Design and kinematics in total knee arthroplasty

[Vitantonio Digennaro](#),<sup>✉</sup> [Francesco Zambianchi](#), [Andrea Marcovigi](#), [Raffaele Mugnai](#), [Francesco Fiacchi](#), and [Fabio Catani](#)

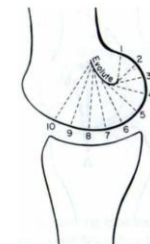
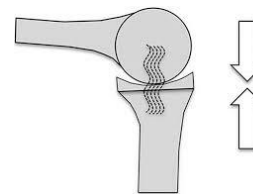
[Ann Med Surg \(Lond\)](#). 2017 Mar 29;17:33-37. doi: 10.1016/j.amsu.2017.03.032. eCollection 2017 May.

## Case series report of navigation-based *in vivo* knee kinematics in total knee arthroplasty with a gradually reducing femoral radius design.

[Takaqi H](#)<sup>1</sup>, [Asai S](#)<sup>1</sup>, [Sato A](#)<sup>1</sup>, [Maekawa M](#)<sup>1</sup>, [Kawashima H](#)<sup>1</sup>, [Kanzaki K](#)<sup>1</sup>.

	Jednoosiowe (Stryker Scorpio NRG )	Wieloosiowe (S&N Journey Bi-Cruciate Stabilised - BCS)
+	<ul style="list-style-type: none"> <li>o dobra rotacja osiowa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o statystycznie istotny lepszy wynik kliniczny (w kategorii bólu oraz QOL -skala KOOS)</li> <li>o większy ROM (średnio <math>\geq 3.5^\circ</math>)</li> <li>o lepsza konstrukcja bloczka</li> </ul>
-	<ul style="list-style-type: none"> <li>o niefizjologiczny wzorzec ruchu</li> <li>o mniejszy ROM</li> <li>o ból przedziału przedniego (mniej przyjazna konstrukcja bloczka)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o sztywność (zbyt duża tylna translacja → napięcie tkanek miękkich → metaplazja włóknista i zapalenie błony maziowej)</li> </ul>

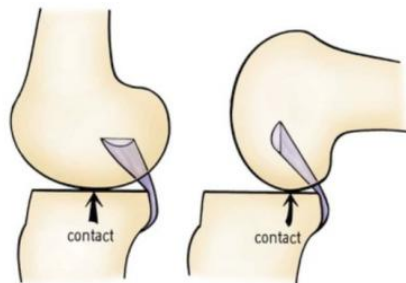
- o TKA z użyciem protezy ze stopniowo zmniejszającą się osią zgięcia
  - o minimalizacja ryzyka wystąpienia paradoksalnego efektu przedniej translacji
  - o brak zjawiska niestabilności podczas częściowego zgięcia



### Zjawisko „niestabilności w częściowym zgięciu”

Zmniejszający się promień krzywizny --> zmniejszenie napięcia więzadeł pobocznych w trakcie zginania stawu --> odczucie bólu i wrażenie niestabilności przy czynnościach takich jak wchodzenie po schodach lub wstawanie z krzesła.

## PS / CR

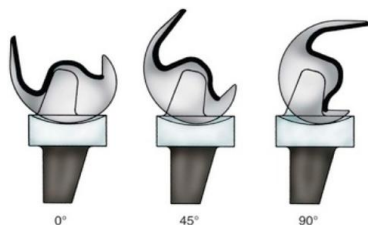


PCL w zgięciu stawu umożliwia toczenie i ślizg (tylną translację) kłykci kości udowej względem piszczeli.

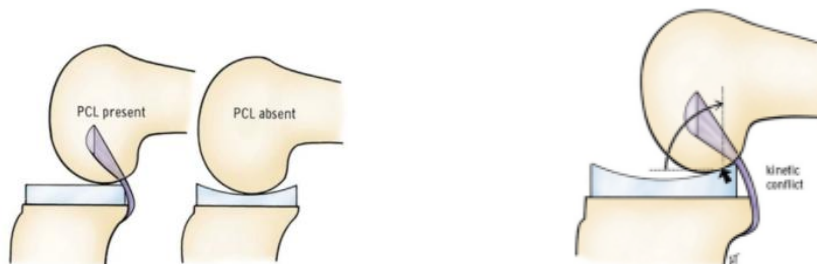
W prawidłowym stawie

- kształt plateau piszczeli nie ogranicza ruchu
- łątki przesuwały się ku tyłowi wraz z kością udową

PS	CR
zastąpienie PCL mechanizmem „cam and post” <ul style="list-style-type: none"> <li>○ odtwarza tylną translację (rollback)</li> <li>○ pozwala na użycie wklęsłej-dopasowanej wkładki bez ryzyka powstania konfliktu tylnego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ przy zachowaniu PCL powierzchnia piszczeli musi być płaska lub tyłopochylona</li> <li>○ użycie wklęsłej wkładki doprowadzi do powstania konfliktu tylnego</li> <li>○ konieczność dobrego zbalansowania tkanek miękkich                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ trudności z balansem i późne zerwanie PCL prowadzą do niestabilności w zgięciu</li> </ul> </li> </ul>



1. Passive stop against posterior displacement in flexion
2. Hyperextension stop in extension



## PS / CR

## Argumenty za wycięciem więzadeł krzyżowych

- korekcja deformacji (ważny element w uwolnieniu tkanek miękkich w znacznych deformacjach oraz lepszy wgląd do tylnej części torebki – przykurcz zgięciowy)
- łatwiejsza technika operacyjna (lepszy wgląd, łatwiej osiągnąć prawidłowe położenie implantów)
- mniejsze zużycie wkładki (stosowanie lepiej dopasowanych wkładek)

## Argumenty przeciwko wycięciu więzadeł krzyżowych

- mniejszy zakres ruchomości (bez PCL lub mechanizmu „cam and post” nie występuje tylna translacja, co teoretycznie ogranicza zakres zgięcia)

## PS

- pomimo, że protezy PS nie odwzorują idealnie normalnego ruchu stawu, zachowana jest tylna translacja

## CR

- zachowanie naturalnego PCL – lepsze odwzorowanie normalnego ruchu niż użycie mechanizmu „cam and post”; jednak badania nie potwierdziły tej tezy w odniesieniu do protez CR
- w wielu przypadkach występuje paradoksalne przemieszczenie uda do przodu – spowodowane nieprawidłowym napięciem PCL, co może prowadzić do zmniejszenia zgięcia, zmniejszonej wydajności aparatu wyprostnego i szybszego zużycia polietylenu

## PS / CR – propriocepcja

ACL i PCL zawierają mechanoreceptory – zachowanie naturalnego więzadła krzyżowego tylnego będzie prowadziło do lepszych wyników po TKA?

### Co mówią badania?

<i>Simmons and associates</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o brak przewagi propriocepcji u pacjentów po TKA CR vs PS</li> </ul>
<i>Warren and coworkers</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o wszyscy pacjenci odczuli poprawę propriocepcji bez względu na rodzaj zastosowanej endoprotezy           <ul style="list-style-type: none"> <li>o jednak większa poprawa w grupie CR</li> <li>o poprawa w obu grupach za sprawą zmniejszenia bólu, przywrócenia zborności stawu oraz napięcia więzadeł pobocznych i tkanek miękkich</li> </ul> </li> </ul>
<i>Kleinbart and colleagues</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o znaczne zmiany degeneracyjne w PCL – u pacjentów z chorobą zwyrodnieniową (istotnie większe niż w grupie kontrolnej)</li> <li>o należy założyć, że zachowany PCL u pacjentów z endoprotezą typu CR nie funkcjonuje prawidłowo biomechanicznie, ani proprioceptywnie</li> </ul>

## PS / CR – korekcja deformacji

- pacjenci ze znacznymi deformacjami (koślawymi/szpotawymi) mogą być z powodzeniem leczeni z użyciem endoprotez typu CR
- należy pamiętać, że balans PCL może być trudny
- użycie protezy PS jest technicznie mniej wymagające i pozwala na uzyskanie lepszej korekcji
- niepowodzenie w balansie PCL może prowadzić do zmniejszonego zgięcia lub niestabilności w zgięciu

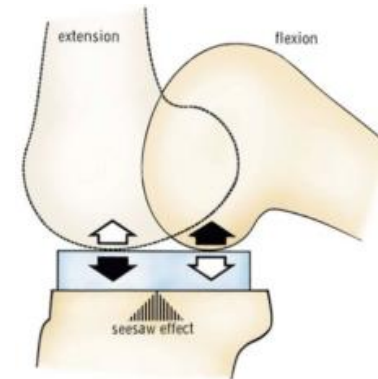
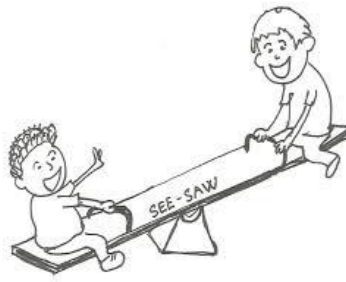
### Co mówią badania?

*Laskin*

- gorsze wyniki u pacjentów ze znacznymi deformacjami przekraczającymi 15 st., u których została użyta endoproteza typu CR vs PS

## PS / CR – obluzowanie

- w endoprotezie typu CR teoretycznie może wystąpić „efekt huśtawki”
- zmiana miejsca kontaktu
  - z przodu – w wyproście
  - do tyłu – w zgięciu
- badania z długoterminowym okresem obserwacji nie wykazały istotnego klinicznie problemu związanego z tym modelem teoretycznym – w obu typach protez występowały jedynie sporadyczne przypadki aseptycznego obluzowania



## Fixed bearing / Mobile bearing / Medial-pivot (ball-in-socket)

Wkładka mobilna – wskazania:

- młodzi, aktywni, z nadwagą
  - teoretycznie dłuższa żywotność i mniejsze zużycie polietylenu – zwiększona powierzchnia kontaktu, mniejszy nacisk
  - wymaga większego wsparcia tkanek miękkich – przy osłabieniu tkanek miękkich (starsi pacjenci) – występuje większe ryzyko zwknięcia wkładki PE
  - gorszy wynik w przypadku braku prawidłowego zbalansowania stawu – zabieg bardziej wymagający technicznie

Campbell:

- metaanaliza nie wykazała istotnych różnic w odniesieniu do wyników klinicznych jak i oceny subiektywnej pacjentów
- kinematyczne badania fluoroskopowe in vivo wykazały, że rotacja wkładki podczas ruchu u niektórych pacjentów nie odzwierciedla jednak ruchu fizjologicznego

Rotating Platform



Fixed Bearing





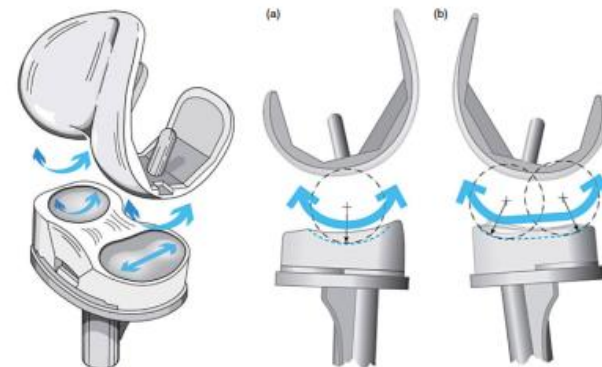
# Fixed bearing / Mobile bearing / Medial-pivot (ball-in-socket)

ANZ J Surg. 2014 Mar;84(3):172-6. doi: 10.1111/ans.12428. Epub 2013 Oct 28.

## Midterm results using a medial pivot total knee replacement compared with the Australian National Joint Replacement Registry data.

Brinkman JM<sup>1</sup>, Bubra PS, Walker P, Walsh WR, Bruce WJ.

- przedział przyśrodkowy jest zwarty, zapewnia stabilność
- przedział boczny pozwala na tylną translację
- generuje mniejsze zużycie wkładu PE w porównaniu do endoprotezy typu PS
- istnieje potrzeba dalszych badań nad oceną korzyści ze stosowania tego typu implantów



# Patient-Specific Instrumentation

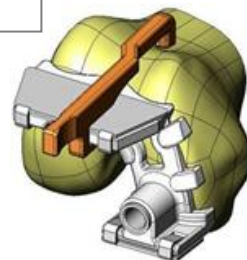
J Healthc Eng. 2017; 2017: 9298061. PMCID: PMC5697132  
 Published online 2017 Nov 7. doi: [10.1155/2017/9298061](https://doi.org/10.1155/2017/9298061) PMID: [29238512](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29238512/)

**An Approach to Developing Customized Total Knee Replacement Implants**

Xinyu Li,<sup>1</sup> Changjiang Wang,<sup>1,2</sup> Yuan Guo,<sup>1</sup> and Weiyi Chen<sup>✉1</sup>

[Author information](#) • [Article notes](#) • [Copyright and License information](#) [Disclaimer](#)

- pomaga w dopasowaniu osi podczas zabiegu
- zmniejsza utratę tkanki kostnej i optymalizuje położenie implantów
- konieczność użycia MRI lub CT



## PSI

PSI	
<i>Frye et al.</i>	○ PSI wytworzone na bazie obrazów MRI są lepiej dopasowane w porównaniu do CT
<i>Goyal et al.</i>	○ użycie PSI może mieć wpływ na precyzję resekcji kości i dopasowanie implantów
<i>Rodrigues and Gutierrez</i>	○ PSI nie wykazały lepszej efektywności kosztowej vs standardowe TKR ○ brak istotnej poprawy w aspekcie wyniku klinicznego
<i>Alcelik et al.</i>	○ PSI nie wykazuje przewagi w stosunku do standardowego instrumentarium w pierwotnej TKR

# Patient-Specific Instrumentation

Ann Transl Med. 2016 Apr;4(7):126. doi: 10.21037/atm.2016.03.33.

## Patient specific instrumentation in total knee arthroplasty: a state of the art.

Mattei L<sup>1</sup>, Pellegrino P<sup>1</sup>, Calò M<sup>1</sup>, Bistolfi A<sup>1</sup>, Castoldi F<sup>1</sup>.

### Potencjalne korzyści?

- większa powtarzalność w odtwarzaniu neutralnej osi kończyny
- krótszy czas zabiegu
- większa wydajność procedury i efektywność kosztowa

### Wskazania

- gdy nie można użyć przymiarów śródszpikowych, np. w deformacjach pourazowych k. udowej

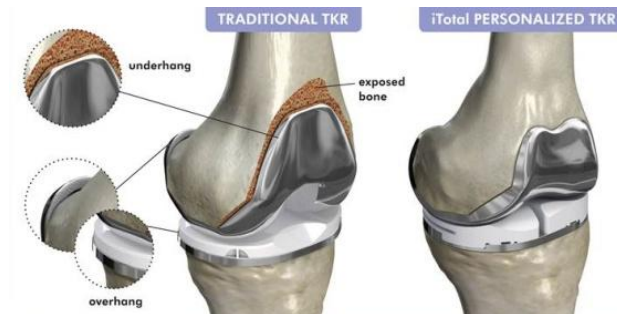
### Wątpliwości?

- brak danych w literaturze odnośnie istotnej statystycznie poprawy:
  - w prawidłowym ustawieniu implantów
  - czasie zabiegu
  - utracie krwi
  - wyniku funkcjonalnym



## Customized individually made (CIM) implants

- każdy implant ma unikalny kształt, dopasowany do osobniczej anatomii na podstawie badania CT
  - indywidualna oś kłykci elementu udowego (krzywa J) oraz wcięcia bloczka
  - indywidualny offset dystalny i tylny elementu udowego dostosowany do wysokości wkładki PE
  - zwiększona stabilność
  - znacząco większa powierzchnia kontaktu z wkładką piszczelową (2-4x)
  - projekt i produkcja zajmuje około 6 tygodni
  
- implanty przeznaczone dla osób aktywnych
  
- wymaga udowodnienia czy rzeczywiście CIM uzyskują poprawę wyników funkcjonalnych w porównaniu do obecnych implantów
  
- bardziej kosztowne od konwencjonalnych TKR?
  - niższe koszty pośrednie – produkcji przymiarów, magazynowania i dostaw, sterylizacji, etc.
  - wymaga udowodnienia czy mogą być produkowane na czas i czy będą opłacalne



## Customized individually made (CIM) implants

Basic Science

### Customized versus Patient-Sized Cruciate-Retaining Total Knee Arthroplasty: An In Vivo Kinematics Study Using Mobile Fluoroscopy

Ian M. Zeller MS<sup>a</sup>, Adrija Sharma PhD<sup>a</sup>, William B. Kurtz MD<sup>b</sup>, Mathew R. Anderle BS<sup>a</sup>, Richard D. Komistek PhD<sup>a</sup>

- kinematyka CIM TKR bardziej zbliżona do zdrowego kolana w porównaniu do CR TKR

*Arthroplast Today*. 2017 Jun 9;3(4):257-263. doi: 10.1016/j.artd.2017.05.001. eCollection 2017 Dec.

### Comparison of adverse events rates and hospital cost between customized individually made implants and standard off-the-shelf implants for total knee arthroplasty.

Culler SD<sup>1</sup>, Martin GM<sup>2</sup>, Swearingen A<sup>3</sup>.

- CIM TKR - znacząco rzadziej:
  - przetoczenia krwi
  - nieplanowane przeniesienie do o. rehabilitacji lub intensywnej opieki medycznej
- efektywność kosztowa porównywalna z tradycyjną TKR

## Wnioski

### Obecne kierunki postępu w implantologii:

- anatomiczny kształt implantów
- uzyskanie maksymalnie dużego zgięcia
- mobilne wkładki
- rozwój implantów specyficznych dla płci, rasy oraz typu custom-made
- próba zachowania obydwu więzadeł krzyżowych

### Młodszy, aktywni pacjenci

- endoprotezy wieloosiowe / custom-made, z nawigacją i planowaniem

### Starszy, mniej wymagający pacjenci

- endoprotezy jednoosiowe
- szybsza rehabilitacja, dobry wynik funkcjonalny
- łatwiejsze w implantacji, mniejsze ryzyko błędu

### Brinkman, J. , et al.

- brak obecnie dowodów i długoterminowych obserwacji czy poszczególne modyfikacje implantów prowadzą do poprawy wyników klinicznych

### Nawigacja komputerowa / PSI / custom-made:

- jedynie pomagają chirurgowi lepiej odwzorować neutralną mechaniczną oś kończyny



**OGÓLNOPOLSKIE SYMPOZJUM  
BŁĘDY, ALERGIA, POWIKŁANIA  
i REHABILITACJA W ALOPLASTYCE KOLANA  
- STANDARDY POSTĘPOWANIA  
Katowice, 12 kwietnia 2019**

Dziękuję za uwagę

## Bibliografia

- Cherian, Jeffrey J et al. "Mechanical, Anatomical, and Kinematic Axis in TKA: Concepts and Practical Applications." Current reviews in musculoskeletal medicine vol. 7,2 (2014): 89-95. doi:10.1007/s12178-014-9218-y
- Digennaro, Vitantonio et al. "Design and kinematics in total knee arthroplasty." International orthopaedics vol. 38,2 (2014): 227-33. doi:10.1007/s00264-013-2245-2
- [http://seltst.eu/wp-content/uploads/2011/06/Mati\\_Pa%CC%88a%CC%88suke\\_po%CC%83lveliigese\\_biomehaanika.pdf](http://seltst.eu/wp-content/uploads/2011/06/Mati_Pa%CC%88a%CC%88suke_po%CC%83lveliigese_biomehaanika.pdf)
- Nowakowski A.M., Vavken P., Pagenstert G., Valderrabano V. (2015) 8 Design, Shape, and Materials of Total Knee Replacement. In: Hirschmann M., Becker R. (eds) The Unhappy Total Knee Replacement. Springer, Cham
- <https://musculoskeletalkey.com/historic-development-classification-and-characteristics-of-knee-prostheses-2/>
- <https://www.mayoclinic.org/medical-professionals/orthopedic-surgery/news/customized-implants-for-knee-replacements/mac-20439300>
- S. Terry Canale, MD and James H. Beaty, MD, Campbell's Operative Orthopaedics, 12th Edition, Philadelphia, PA: Elsevier/Mosby, 2013.
- [http://synthes.vo.llnwd.net/o16/LLNWMB8/US%20Mobile/Synthes%20North%20America/Product%20Support%20Materials/White%20Papers/0612-66-513\\_ATTUNE\\_Gradius\\_Curve\\_Whitepaper.pdf](http://synthes.vo.llnwd.net/o16/LLNWMB8/US%20Mobile/Synthes%20North%20America/Product%20Support%20Materials/White%20Papers/0612-66-513_ATTUNE_Gradius_Curve_Whitepaper.pdf)
- <http://www.pacificsurgical.ph/products/orthopedics/join-reconstruction/advance-medial-pivot-total-knee-replacement.html>