ARTYKUŁ ORYGINALNY / ORIGINAL ARTICLE

Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja
© MEDSPORTPRESS, 2016; 6(6); Vol. 18, 549-561
DOI: 10.5604/15093492.1230540

Zmienność kąta między linią przeznadkłykciową a styczną do tylnej powierzchni kłykci kości udowej

Variation in the Posterior Condylar Angle

Łukasz Cieliński[1(A,B,D,E)], Damian Kusz[1(A,D,E,G)], Michał Wójcik[1(C,E,F)], Jakub Kamiński[1(E,F)], Marcin Kusz[2(E,F)]

[1] Katedra i Klinika Ortopedii i Traumatologii Narządu Ruchu, Wydział Lekarski w Katowicach, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach, Polska
[2] Studenckie Koło Naukowe przy Katedrze i Klinice Ortopedii i Traumatologii Narządu Ruchu, Wydział Lekarski w Katowicach, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach, Polska
[1] University and Hospital Department of Orthopedics and Traumatology, School of Medicine in Katowice, Medical University of Silesia in Katowice, Poland
[2] Students' Research Association, School of Medicine in Katowice, Medical University of Silesia in Katowice, Poland

STRESZCZENIE

Wstęp. Powodzenie endoprotezoplastyki kolana zależy w dużym stopniu od właściwego osadzenia implantów. Zazwyczaj cięcie kości udowej pod kształt endoprotezy wykonuje się w 3º rotacji zewnętrznej względem tylnej powierzchni kłykci kości udowej, co odpowiada przeciętnej wartości kąta między linią przeznadkłykciową a styczną do tylnej powierzchni kłykci. Celem pracy była ocena zmienności tego kąta oraz wpływu płci, strony ciała, wzrostu oraz BMI na jego wartość.

Materiał i metody. Grupa badana obejmowała 75 pacjentów (24 kobiety i 51 mężczyzn) poddanych badaniu Angio-TK w latach 2012-2014. Pacjenci byli kierowani do badania z powodu podejrzenia choroby naczyń tętniczych. W każdym kolanie wyznaczano kąt między płaszczyzną styczną do tylnej powierzchni kłykci udowych a linią przeznadkłykciową chirurgiczną (Posterior Condylar Angle, PCA) i anatomiczną (Posterior Twist Angle, PTA).

Wyniki. Średnia wartość kąta PCA wynosiła 2,7±2,1º, zaś kąta CTA 6,4±2,0º. Nie odnotowano istotnych różnic między grupą mężczyzn a grupą kobiet. Mierzone kąty cechowały się dużą symetrią między stronami ciała.

Wnioski. 1. Osadzenia endoprotezy kolana równolegle do linii przeznadkłykciowej wymaga resekcji kości udowej pod kątem około 3º na zewnątrz w stosunku do płaszczyzny wyznaczonej przez tylną powierzchnię kłykci kości udowej. Wartość tego kąta może się jednak zmieniać w przedziale od 3,6º rotacji wewnętrznej do 9,0º rotacji zewnętrznej, co należy uwzględnić podczas operacji. 2. Wartość kąta nie zależy od płci, wieku, współczynnika BMI ani od strony ciała (przy czym pomiary cechują się dużą symetrią). 3. W grupie kobiet na wartość kątów może wpływać wzrost i masa ciała, natomiast wśród mężczyzn nie wykazano takich zależności. Obserwacje te wymagają jednak dalszych badań na większych grupach pacjentów.

Słowa kluczowe: staw kolanowy, aloplastyka, anatomia, geometria kości udowej

SUMMARY

Background. Clinical success of TKR depends to a large extent on the correct positioning of the implants. The femur cut is usually made in 3º of external rotation relative to the posterior aspect of the femoral condyles, which is a typical value of the Posterior Condylar Angle (PCA). The aim of this study was to assess variation in the PCA and to identify possible correlations between the value of the PCA and the following parameters: gender, body side, body height and weight (BMI).

Material and methods. The study group comprised 75 patients who underwent an Angio-CT study between 2012 and 2014 due to a suspected vascular disorder. For each knee, we measured the Posterior Condylar Angle and the Posterior Twist Angle.

Results. The mean Posterior Condylar Angle was 2.7±2.1º. The differences between males and females were not statistically significant. The angles showed a high degree of symmetry between the contralateral knees.

Conclusions. 1. Positioning of the femoral component of the knee joint endoprosthesis parallel to the transepicondylar line requires resecting the femur at approximately 3º of external rotation relative to the line tangential to the posterior aspect of the femoral condyles. This angle, however, may vary from 3.6º of internal rotation to 9.0º of external rotation which should be taken into consideration by the operating surgeon. 2. The values of the Posterior Condylar Angle do not correlate with gender, age, Body Mass Index and body side (with notable, near-perfect symmetry between the contralateral limbs). 3. In female patients, height and body weight may influence the Posterior Condylar Angle, but these correlations would require further studies of larger groups of patients. In male patients, we were unable to find such correlations.

Key words: Total Knee Arthroplasty, rotational alignment, posterior condylar angle, transepicondylar axis

WSTĘP

Choroba zwyrodnieniowa stawów (artroza) stała się poważnym problemem zdrowotnym i społecznym. Uważa się ją za jedną z tzw. chorób cywilizacyjnych, związanych z wydłużeniem średniej długości życia pacjentów. Według danych Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) artroza jest jedną z najczęstszych przyczyn niepełnosprawności. Jest również główną przyczyną bólu i pogorszenia jakości życia u osób w wieku podeszłym [1,2]. W Polsce artroza dotyczy kilku milionów osób i liczba ta stale rośnie. Rosną również koszty leczenia tej choroby. [3,4] Leczenie zmian zwyrodnieniowych zależy od stopnia nasilenia choroby. W przypadkach zaawansowanej artrozy najskuteczniejszym leczeniem jest wykonanie całkowitej aloplastyki zajętego stawu, co likwiduje dolegliwości bólowe i przywraca funkcję kończyny oraz umożliwia wykonywanie czynności życia codziennego [3,4].

Powodzenie endoprotezoplastyki stawu kolanowego zależy w dużym stopniu od właściwego osadzenia implantów, zgodnego z kinematyką stawu. W przeprowadzonych dotąd badaniach skupiano się głównie na ustawieniu implantów w płaszczyźnie czołowej, co jest o tyle zrozumiałe, że nieprawidłowe ustawienie w tej płaszczyźnie powoduje łatwe do uchwycenia zaburzenia osi kończyny. Nieprawidłowe ustawienie rotacyjne nie jest aż tak bardzo widoczne, może jednak prowadzić do rozwoju różnego rodzaju powikłań, takich jak np. dolegliwości bólowe przedniego przedziału kolana, nadmierne przyparcie rzepki do kłykcia bocznego kości udowej, podwichnięcie rzepki, niestabilność kolana i przedwczesne zużycie lub obluzowania implantów [5-7]. Powikłania te mogą wymagać leczenia operacyjnego, w tym rewizji endoprotezy [8,9].

Do oceny ustawienia rotacyjnego implantów można wykorzystać klika metod opartych o ocenę anatomicznych punktów orientacyjnych na kości udowej. Do najbardziej popularnych sposobów należy ocena rotacji względem płaszczyzny stycznej do tylnej powierzchni kłykci kości udowej. Zniekształcenia kłykci mogą jednak powodować, że pomiar ten nie będzie wiarygodny [10]. W związku z tym podjęto próby znalezienia alternatywnych linii odniesienia, które pozwoliłyby uzyskać prawidłowe ustawienie implantów udowych. Berger zaproponował, aby wykorzystać w tym celu linię przechodzącą przez nadkłykcie kości udowej, czyli oś przeznadkłykciową (ang. *transepicondylar axis, TEA*) [10]. Z kolei Whiteside zaproponował linię łączącą najgłębszy punkt na tzw. bruździe bloczkowej (powierzchni stawowej dla rzepki) ze środkiem dołu międzykłykciowego

BACKGROUND

Degenerative joint disease, also known as Osteoarthritis (OA), has become a major problem for public health due to its medical and social consequences. The disorder is regarded as one of the diseases of modern civilizations and might be secondary to an increase in life expectancy. According to WHO data, OA is one of the most common causes of disability, and a major source of pain and decreased quality of life in the elderly [1,2]. In Poland, OA affects several million people and the number of cases is on the rise. Consequently, the costs of treatment are increasing steadily [3,4]. So far, the most effective treatment for advanced cases of OA is Total Knee Replacement (TKR). Implantation of a knee endoprosthesis relieves pain, restores limb function, and allows for return to activities of daily living [3,4].

One of the most important issues for the clinical success of TKR is the correct positioning of implants to restore normal joint kinematics. Most studies to date have focused on positioning in the frontal plane. This is understandable, as malalignment in this plane causes an unsightly alteration in the limb axis. Rotational malalignment is not so visually obvious, but it can lead to a number of complications, such as anterior knee pain, excessive patellar pressure on the lateral femoral condyle, patellar subluxation, knee instability, as well as an increased implant wear and loosening [5-7]. These complications may require surgical intervention, including implant revision surgery [8,9].

The correct rotational position of implants can be determined with a few different techniques based on various anatomical landmarks. One of the most popular methods involves assessment with relation to the *Posterior Condylar Axis*, i.e. a line tangential to the posterior aspect of the femoral condyles. However, condylar deformation may render this measurement unreliable. [10] Problems with correct assessment of the resection plane resulted in efforts to establish other anatomical landmarks that would help surgeons with appropriate positioning of the femoral component. Berger suggested using for this purpose a line connecting the femoral epicondyles, or the *Transepicondylar Axis* (TEA). [10] Whiteside, in turn, proposed a line connecting the deepest parts of the patellar groove and the intercondylar notch (Fig. 1). This line is usually perpendicular to the transepicondylar axis [11].

Assessment of rotational alignment based on the transepicondylar axis and Whiteside's antero-posterior axis is quite reliable and does not depend on the shape of the femoral condyles [11,12]. Moreover, it

kości udowej (Ryc. 1). Linia ta jest zazwyczaj prostopadła do linii przeznadkłykciowej [11].

Ocena ustawienia rotacyjnego za pomocą linii przeznadkłykciowej i linii Whiteside'a cechuje się dużą wiarygodnością i nie zależy od kształtu kłykci kości udowej [11,12]. Według większości autorów linia przeznadkłykciowa jest zbliżona do optymalnej osi ruchów zgięcie-wyprost kolana [10-15], chociaż najnowsze badania nad kinematyką stawu kolanowego kwestionują ten pogląd [16-18]. Pomimo wątpliwości, nadal uważa się że ustawienie implantu udowego zgodnie z osią przeznadkłykciową wpływa korzystnie na wynik operacji [6].

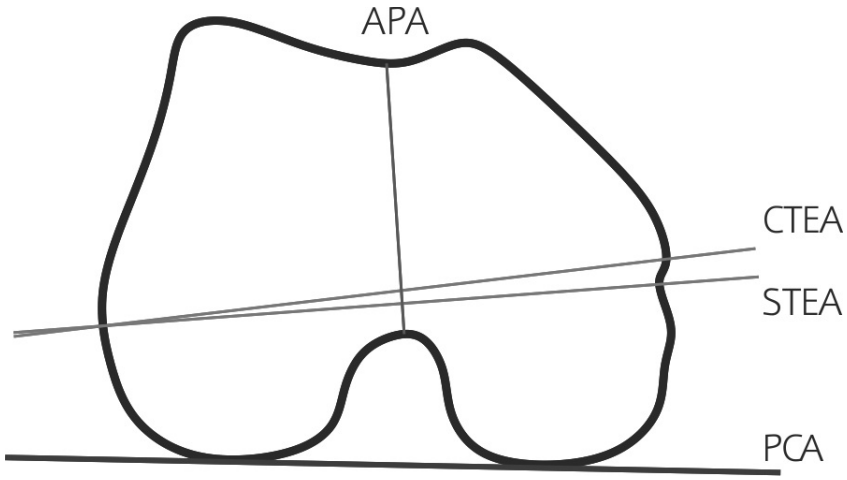
W praktyce wyznaczenie linii przeznadkłykciowej bywa utrudnione. Śródoperacyjne wyznaczenie płaszczyzny stycznej do tylnej powierzchni kłykci kości udowej jest łatwiejsze i większość systemów do całkowitej endoprotezoplastyki stawu kolanowego posiada instrumentaria, w których przymiar służący do wyznaczenia płaszczyzny resekcji kości udowej wprowadza się stycznie do tylnej powierzchni kłykci udowych [19]. Są to systemy z tzw. tylną referencyjnością.

W systemach tych cięcie kości pod element udowy endoprotezy wykonuje się zwykle w 3º rotacji zewnętrznej względem tylnej powierzchni kłykci kości udowej [5,20]. W warunkach prawidłowych pozwala to uzyskać osadzenie endoprotezy równoległe do osi ruchów zgięcie-wyprost kolana oraz kompensuje zmianę nachylenia powierzchni stawowej piszczeli w płaszczyźnie czołowej (z około 87º do 90º wzglę-

has been reported that the Transepicondylar Axis usually coincides with the optimal flexion-extension axis of the knee [10-15], although newer reports seem to contradict these findings [16-18]. Regardless of this controversy, it is still believed that placement of the femoral component parallel to the transepicondylar axis improves the outcomes of knee replacement [6].

In clinical practice, the determination of the transepicondylar axis may be difficult. On the other hand, the Posterior Condylar Axis is much easier to establish intraoperatively, and most total knee arthroplasty systems include instruments with femoral resection block introduced tangentially to the posterior surface of the femoral condyles [19]. Such systems are known as the posterior-referencing systems.

In such systems, the anterior bone cut is usually made in 3º of external rotation relative to the posterior aspect of the femoral condyles [5,20]. In patients with normal bone anatomy, this results in placement of the femoral implant parallel to the knee flexion-extension axis while compensating for change in the inclination of the tibial articular surface in the frontal plane (from approximately 87º to 90º relative to the anatomic axis of the tibia). However, it needs to be borne in mind that external rotation, measured against the Posterior Condylar Axis, has to be increased when the lateral femoral condyle is hypoplastic or there are bone defects in the condyle. On the other hand, the rotation has to be decreased when there are bone defects and/or hypoplasia of the medial condyle.



Ryc. 1. Linie stosowane do oceny ustawienia rotacyjnego elementu udowego endoprotezy stawu kolanowego. Przekrój poprzeczny przez koniec dalszy kości udowej prawej

PCA – linia styczna do tylnej powierzchni kłykci kości udowej (posterior condylar axis); APA – linia Whiteside'a (antero-posterior axis); CTEA – linia przeznadkłykciowa anatomiczna; STEA – linia przeznadkłykciowa chirurgiczna

Fig. 1. Lines used for assessing the rotational alignment of the femoral component of a knee joint endoprosthesis. Cross-section at the distal end of the right femur

PCA – posterior condylar axis (a tangent to the posterior surface of the femoral condyles); APA –Whiteside's antero-posterior axis; CTEA – clinical transepicondylar axis; STEA – surgical transepicondylar axis

dem osi anatomicznej piszczeli). Należy jednak pamiętać, że w przypadku ubytków w powierzchni stawowej i/lub hipoplazji kłykcia bocznego należy zwiększyć wartość rotacji wewnętrznej, zaś w przypadku ubytków i/lub hipoplazji kłykcia przyśrodkowego należy ten kąt zmniejszyć.

Celem naszej pracy było ustalenie, jak bardzo kąt między płaszczyzną styczną do tylnej powierzchni kłykci kości udowej a linią przeznadkłykciową może różnić się od standardowych 3º rotacji zewnętrznej. Chcieliśmy również ustalić czynniki, jakie mogą wpływać na zmienność tego kąta. Dotychczasowe prace analizowały wpływ ustawienia kolana w płaszczyźnie czołowej (tj. koślawości lub szpotawości kolana). Nieliczne prace brały pod uwagę wpływ płci, natomiast zwykle nie analizowano wpływu innych parametrów, np. wzrostu, masy pacjenta czy też strony ciała [20-24]. W naszej pracy chcieliśmy sprawdzić wpływ płci, masy i strony ciała, wieku, wzrostu i współczynnika BMI na kąt między płaszczyzną styczną do tylnej powierzchni kłykci kości udowej a linią przeznadkłykciową.

The aim of our study was to assess variation in the Posterior Condylar Angle, i.e. how much this angle can deviate from the standard 3º of external rotation. We also wanted to identify the factors which could influence this variability. Previous studies have investigated the correlation between the Posterior Condylar Angle and alignment of the knee in the frontal plane (i.e. varus or valgus deformity). Few reports have considered gender as a variable, while other parameters, such as height, body weight or body side, have usually been disregarded [20-24]. We intended to determine the possible effect of gender, body side, age, height, body weight and the BMI index on the Posterior Condylar Angle.

MATERIAŁ I METODY

Badanie powstało w ramach projektu badawczego pt. „Analiza położenia pni naczyniowo-nerwowych w stosunku do szkieletu kończyny dolnej i miednicy" (umowa na pracę naukowo-badawczą statutową nr KNW-1-121/N/2/O). Projekt ten był analizowany przez Komisję Bioetyczną Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach. Ze względu na brak cech eksperymentu medycznego, badanie nie wymagało zatwierdzenia przez Komisję Bioetyczną. Autor uzyskał w tym przedmiocie opinię Przewodniczącego Komisji Bioetycznej Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach.

Grupa badana obejmowała 75 kolejnych pacjentów (24 kobiety oraz 51 mężczyzn) poddanych badaniu Angio-TK w latach 2012-2014 z powodu podejrzenia choroby aorty lub tętnic kończyn dolnych, spełniających kryteria włączenia i wyłączenia zdefiniowane w Tab. 1. Badania tomografii komputerowej naczyń wykonano w Zakładzie Nieinwazyjnej Diagnostyki Serca i Naczyń SPSK nr 7 SUM GCM w Katowicach za pomocą tomografu Toshiba Aquilion 64. Skanowanie prowadzono w płaszczyźnie poprzecznej warstwami o grubości 2 mm. W trakcie badania pacjenci leżeli na plecach, z kończynami dolnymi wyprostowanymi w stawach biodrowych i kolanowych. Na uzyskanych skanach poprzecznych, przedstawiających koniec dalszy kości udowej, dokonywano identyfikacji nadkłykcia przyśrodkowego i bocznego kości udowej, a następnie wyznaczono trzy linie:

MATERIAL AND METHODS

This study was part of a broader research project titled "Analysis of the Location of Neurovascular Bundles in Relation to the Bony Landmarks of the Lower Limb and the Pelvis" (University Statutory Research Project No. KNW-1-121/N/2/O). The project was reviewed by the Ethical Review Board of the Medical University of Silesia in Katowice. It was determined that the project was not a medical experiment and was, therefore, exempt from full Board review, as stated in the opinion of the Chairman of the Ethical Review Board of the Medical University of Silesia in Katowice.

The study group comprised 75 consecutive patients (24 women and 51 men) who underwent an Angio-CT study between 2012 and 2014 due to a suspected aortic disease or lower limb artery disorder and met the inclusion and exclusion criteria defined in Tab. 1. The Angio-CT studies were carried out at the Department of Non-Invasive Cardiovascular Diagnostic Studies of the Upper Silesian Medical Center, University Hospital No. 7, Medical University of Silesia in Katowice. The scans were obtained with a Toshiba Aquilion 64 scanner in the transverse plane at 2 mm slices. During image acquisition, patients were supine with their hips and knees in full extension. Images were archived and subsequently analysed at the Department of Orthopaedics and Traumatology, School of Medicine in Katowice, Medical University of Silesia in Katowice. The medial

Tab. 1. Kryteria włączenia i wyłączenia pacjentów z grupy badanej

Tab. 1. Inclusion and exclusion criteria for the study

Kryteria włączenia | Inclusion criteria
- wiek powyżej 60 lat | age > 60 years
- uwidoczniona aorta oraz tętnice kończyn dolnych aż do poziomu stawów skokowych | aorta and lower limb arteries visualised down to the level of ankle joints
- pisemna zgoda pacjenta na wykonanie badania Angio-TK | patient has given written informed consent for the Angio-CT study
Kryteria wyłączenia | Exclusion criteria
- przebyta operacja w obrębie stawu kolanowego, dalszego końca kości udowej lub bliższego końca kości piszczelowej | past surgery of the knee joint, distal femur or proximal tibia
- przebyta operacja naczyniowa w obrębie aorty lub tętnic kończyn dolnych | past vascular surgery of the aorta or lower limb arteries
- istotne radiologicznie zwężenie którejkolwiek z tętnic kończyn dolnych | radiologically significant stenosis of any lower limb artery
- tętniakowate poszerzenie tętnicy podkolanowej (miejscowe zwiększenie średnicy naczynia o ponad 50% w stosunku do wartości prawidłowej) | aneurysm-like widening of the popliteal artery (local increase in vessel diameter by more than 50% of the reference value)
- ciężka postać choroby zwyrodnieniowej stawu kolanowego, powodująca nasiloną deformację końców stawowych kości (4º wg skali Kellgrena-Lawrence'a) | severe osteoarthritis of the knee with marked deformation of the articular extremities of bones (Kellgren-Lawrence grade 4)

1. linię styczną do tylnej powierzchni kłykci kości udowej (*posterior condylar axis, PCA*);
2. linię przeznadkłykciową chirurgiczną (*surgical transepicondylar axis, STEA*);
3. linię przeznadkłykciową anatomiczną (*clinical transepicondylar axis, CTEA*).

Linię przeznadkłykciową chirurgiczną wyznaczano łącząc najbardziej wypukły punkt nadkłykcia bocznego kości udowej z zagłębieniem widocznym na powierzchni nadkłykcia przyśrodkowego. Z kolei linię przeznadkłykciową anatomiczną wyznaczano łącząc najbardziej wypukły punkt nadkłykcia bocznego kości udowej z najbardziej wypukłym punktem na powierzchni nadkłykcia przyśrodkowego. [5,10]

W kolejnym etapie mierzono kąt między linią przeznadkłykciową chirurgiczną a linią styczną do tylnej powierzchni kłykci kości udowej (*Posterior Condylar Angle*). Drugi pomiar dotyczył kąta między linią przeznadkłykciową anatomiczną a linią styczną do tylnej powierzchni kłykci kości udowej (*Condylar Twist Angle*). Mierzono również kąt między linią przeznadkłykciową anatomiczną a chirurgiczną. Do pomiarów wykorzystano oprogramowanie Vitrea (Vital Images, Inc., Minnetonka, USA). Kąty odpowiadające rotacji zewnętrznej określano wartościami dodatnimi, natomiast kąty odpowiadające rotacji wewnętrznej oznaczano jako ujemne. W ramach kwalifikacji do badania Angio-TK u wszystkich pacjentów określono parametry antropometryczne, takie jak wiek, płeć, wzrost i masę ciała oraz wyliczono współczynnik BMI. Dane te były następnie przedmiotem analizy statystycznej.

and lateral femoral epicondyles were identified on the transverse scans of the distal femur and the following three lines were defined:

1. Posterior Condylar Axis (a line tangential to the posterior surface of the femoral condyles);
2. Surgical Transepicondylar Axis;
3. Clinical Transepicondylar Axis.

The Surgical Transepicondylar Axis (STEA) was drawn by connecting the most prominent part of the lateral femoral epicondyle with a sulcus on the medial epicondyle. The Clinical Transepicondylar Axis (CTEA) was defined by connecting the most prominent part of the lateral femoral epicondyle with the most prominent part of the medial epicondyle [5,10].

As the next step, the P*osterior Condylar Angle*, i.e. the angle between the surgical transepicondylar axis and the line tangential to the posterior aspect of the femoral condyles, was measured. Another measurement involved the *Condylar Twist Angle* between the clinical transepicondylar axis and the line tangential to the posterior aspect of the femoral condyles. The angle between the clinical and surgical transepicondylar axes was also measured. The measurements were performed with the Vitrea® software suite (Vital Images, Inc., Minnetonka, USA). Angle values corresponding to external rotation were marked as positive and values corresponding to internal rotation were recorded as negative. All the patients referred for the Angio-CT examination had their anthropometric parameters determined, including age, gender, body height and body mass, as well as the BMI. These data were later subjected to a statistical analysis.

Baza danych z wynikami przeprowadzonych pomiarów została przygotowywana w postaci arkusza kalkulacyjnego programu Excel z pakietu Microsoft® Office 2003™. W obliczeniach statystycznych posłużono się pakietem statystycznym Statistica PL 7.0 firmy StatSoft. Analizę statystyczną każdorazowo rozpoczynano od sprawdzenie czy rozkłady badanych zmiennych numerycznych są zbliżone do rozkładu normalnego. W tym celu stosowano testy Shapiro-Wilka oraz Kołmogorowa-Smirnowa. Gdy rozkład zmiennych był zbliżony do rozkładu normalnego, do ich opisu stosowano średnią arytmetyczną i odchylenie standardowe, a do weryfikacji hipotez – testy parametryczne. Jeżeli rozkład zmiennych numerycznych był różny od rozkładu normalnego, to do ich opisu stosowano medianę i zakres, a do weryfikacji hipotez – testy nieparametryczne.

The database with the aforementioned measurements was formatted as an MS Excel™ spreadsheet (in a licensed copy of Microsoft® Office 2003™). The subsequent statistical analysis was performed with the Statistica PL 7.0 (StatSoft) software. For each numerical variable, initial analysis with the Shapiro-Wilk and Kolmogorov-Smirnov tests served to determine whether the variable followed the normal distribution. Normally distributed variables were described with the mean and the standard deviation and parametric tests were used to verify the study hypotheses. If a numerical variable did not follow a normal distribution, it was described with the median and range, and non-parametric tests were used to verify the study hypotheses.

WYNIKI

Parametry antropometryczne

Przeprowadzona analiza statystyczna parametrów antropometrycznych wykazała, że rozkład danych dotyczących masy ciała u kobiet oraz rozkład danych dotyczących wieku u mężczyzn różniły się od rozkładu normalnego (test Shapiro-Wilka, p<0,05). Rozkłady pozostałych danych numerycznych były zbliżone do rozkładu normalnego. Grupa kobiet różniła się od grupy mężczyzn pod względem masy ciała i wzrostu. Kobiety były istotnie niższe (160,8 cm vs 169,9 cm; p<0,001) oraz cechowały się mniejszą masą ciała (69,5 kg vs 79,0 kg; p=0,012). Nie wykazano znamiennych statystycznie różnic w zakresie wieku i współczynnika BMI. Charakterystykę badanej populacji przedstawiono w Tab. 2.

RESULTS

Anthropometric parameters

Statistical analysis of the anthropometric parameters revealed that body weight in women and age in men did not follow the normal distribution (Shapiro-Wilk test, p<0.05), while the other numerical variables were normally distributed. There were differences between males and females with regard to body weight and height, with women being significantly shorter (160.8 cm vs. 169.9 cm; p<0.001) and weighing less (69.5 kg vs. 79.0 kg; p=0.012) than men. No statistically significant differences were found with regard to age or the BMI. The anthropometric parameters determined are summarised in Tab. 2.

Tab. 2. Parametry antropometryczne grupy badanej z uwzględnieniem podziału na płci
* – test U Manna-Whitneya (nieparametryczny), * – test istotności dla dwóch średnich (parametryczny), n.s. – brak znamienności statystycznej

Tab. 2. Anthropometric parameters of the study group by gender
* – Mann-Whitney U test (non-parametric), ** – Tests of Significance for Two Means (parametric), n.s. – non-significant

Badany parametr Parameter		Wartości średnie i miara rozproszenia Central tendency and dispersion							Znamienność różnicy p-value
Wiek (lata) | Age (years)	mężczyźni | men	mediana / median	68,0	min. / min.	60	maks. / max.	80		n.s.
	kobiety | women	mediana / median	68,5	min. / min.	60	maks. / max.	80		
Masa ciała (kg) | Weight (kg)	mężczyźni | men	mediana / median	79,0	min. / min.	56	maks. / max.	120		p=0,012 *
	kobiety | women	mediana / median	69,5	min. / min.	48	maks. / max.	113		
Wzrost (cm) | Height (cm)	mężczyźni | men	średnia / mean	160,8	SD	5.4				p<0.001 **
	kobiety | women	średnia / mean	169,9	SD	6.3				
Współczynnik BMI (kg/m^2) | BMI (kg/m^2)	mężczyźni | men	średnia / mean	27,3	SD	4,1				p<0.001 **
	kobiety | women	średnia / mean	27,3	SD	4,4				

Rozkład wartości badanych kątów

Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała, że rozkład danych dotyczących zmierzonych kątów różniła się od rozkładu normalnego wyłącznie w przypadku kąta między linią przeznadkłykciową chirurgiczną i anatomiczną u kobiet. W pozostałych przypadkach rozkład badanych parametrów był zgodny z rozkładem normalnym (Tab. 3).

Distribution of the angle values of interest

Statistical analysis revealed that, in most cases, the values of the angles of interest followed the normal distribution. Only the angle measured between the clinical and surgical transepicondylar axis in women was not normally distributed (Tab. 3).

Porównanie kobiet i mężczyzn

Średnia wartość kąta między linią przeznadkłykciową chirurgiczną a linią styczną do tylnej powierzchni kłykci kości udowej (*Posterior Condylar Angle*) wynosiła 2,7±2,1º. Porównanie kobiet i mężczyzn wykazało, że wartość kąta była nieco większa u kobiet (3,0±2,1º vs 2,6±2,0º), jednak różnice te nie były znamienne statystycznie. Średnia wartość kąta między między linią przeznadkłykciową anatomiczną a linią styczną do tylnej powierzchni kłykci kości udowej (*Condylar Twist Angle*) wynosiła 6,4±2,0º. Porównanie kobiet i mężczyzn wykazało, że wartość kąta była nieco większa u kobiet (6,6±1,9º vs 6,3± 2,0º), jednak różnice te nie były znamienne statystycznie.

Mediana kąta między linią przeznadkłykciową anatomiczną a chirurgiczną wynosiła 3,7º w obu podgrupach. Porównanie kobiet i mężczyzn wykazało, nieco większy rozrzut wartości kąta u kobiet (od -2,6º do 5,2º) niż mężczyzn (od 1,1º do 5,6º).

Comparison between male and female patients

The mean Posterior Condylar Angle was 2.7±2.1º. This value was slightly higher in women than men (3.0±2.1º vs. 2.6±2.0º), but the differences were not statistically significant. The mean Condylar Twist Angle was 6.4±2.0º. It was also slightly higher in women (6.6±1.9º vs. 6.3±2.0º), but the differences were not statistically significant.

The median of the angle between the clinical and surgical transepicondylar axes was 3.7º for both genders, but the range was slightly higher in women (-2.6º to 5.2º) than in men (1.1º to 5.6º).

Symetria kątów

W kolejnym etapie porównywano wartości kątów zmierzonych w przeciwstawnych kończynach u tych samych osobników. Wszystkie badane parametry cechowały się symetrią, tj. nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic między stroną prawą i lewą.

W przypadku kąta między między linią przeznadkłykciową chirurgiczną a linią styczną do tylnej powierzchni kłykci kości udowej (*Posterior Condylar Angle*) średnia różnica między kończyną prawą i le-

Symmetry

As the next step, we assessed symmetry of the angles in the contralateral limbs of the same individuals. All angles investigated in the study were found to be symmetrical, i.e. no statistically significant differences were noted between the right and left limbs.

The mean difference in the Posterior Condylar Angle between the right and left limb was 0.0±1.8º and was not statistically significant. The mean difference in the Condylar Twist Angle between the right

Tab. 3. Wyniki testu Shapiro-Wilka, sprawdzającego zgodność rozkładu badanych parametrów z rozkładem normalnym
+ rozkład zgodny z rozkładem normalnym, – rozkład nie spełnia cech rozkładu normalnego

Tab. 3. Results of Shapiro-Wilk test of normality of the distribution of angle values
+ the data follow the normal distribution, – the data do not follow the normal distribution

Analiza zgodności rozkładu badanych parametrów z rozkładem normalnym Distribution of the angle values (vs. normal distribution)	Kobiety Women		Mężczyźni Men	
	strona prawa right	strona lewa left	strona prawa right	strona lewa left
Posterior Condylar Angle	+	+	+	+
Condylar Twist Angle	+	+	+	+
Kąt między linią przeznadkłykciową chirurgiczną a anatomiczną | Angle between clinical and surgical transepicondylar axes	+	-	+	+

Tab. 4. Korelacje między parametrami antropometrycznymi a badanymi kątami, zaobserwowane w podgrupie kobiet

Tab. 4. Correlations between anthropometric parameters and angles of interest in the female subgroup

Parametr antropometryczny Anthropometric parameters	Badany kąt Angle	współczynnik korelacji (r) Correlation coefficient (r)	współczynnik istotności (p) p-value
Wzrost Height	*Condylar Twist Angle*– strona prawa Condylar Twist Angle – right side	0,3868	0,0309
Wzrost Height	*Posterior Condylar Angle*– strona lewa Posterior Condylar Angle – left side	0,3779	0,0343
Masa ciała Weight	*Posterior Condylar Angle* – strona lewa Posterior Condylar Angle – left side	0,3489	0,0474

wą wynosiła 0,0±1,8º i była nieistotna statystycznie. W przypadku kąta między między linią przeznadkłykciową anatomiczną a linią styczną do tylnej powierzchni kłykci kości udowej (*Condylar Twist Angle*) średnia różnica między kończyną prawą i lewą wynosiła 0,1±1,8º i była nieistotna statystycznie.

and left limb was 0.1±1.8º and was also not statistically significant.

Korelacje

Dalsza analiza miała na celu wykrycie ewentualnych korelacji między zmierzonymi kątami a czynnikami antropometrycznymi, jakie mogą wpływać na kształt kończyny, tj. wzrostem, wiekiem, masą ciała i współczynnikiem BMI. Wcześniejsze porównanie podgrupy kobiet i mężczyzn wykazało, że różniły się one pod względem masy ciała i wzrostu. Dlatego poszukiwania korelacji przeprowadzono osobno dla obu płci.

W podgrupie mężczyzn nie stwierdzono istotnych statystycznie korelacji między wspomnianymi wyżej parametrami. Z kolei wśród kobiet wykazano istnienie pewnych korelacji między wzrostem oraz masą ciała a niektórymi z badanych kątów (Tab. 4).

Correlations

Further analyses aimed to identify possible correlations between the angles of interest and the anthropometric parameters that could potentially influence the shape and axis of a limb, i.e. age, body height, weight and the BMI. An earlier comparison of the male and female subgroups had revealed differences in weight and height. Accordingly, analysis of correlations was conducted separately for each gender.

There were no statistically significant correlations in the male subgroup, while the female subgroup demonstrated certain correlations between height/weight and some of the angles investigated (Tab. 4).

DYSKUSJA

Jednym z warunków udanej aloplastyki stawu kolanowego jest prawidłowe osadzenie implantów, zarówno w płaszczyźnie czołowej (koślawość), jak i poprzecznej (ustawienie rotacyjne). Dotychczasowe prace wykazały, że nieprawidłowe ustawienie rotacyjne elementów endoprotezy może powodować dolegliwości bólowe przedniego przedziału kolana, niestabilność rzepki, niestabilność stawu kolanowego, przedwczesne zużycie a nawet obluzowanie implantów wymagające reoperacji [5-9].

Do śródoperacyjnej oceny ustawienia implantów bardzo często wykorzystuje się płaszczyznę styczną do tylnej powierzchni kłykci kości udowej. Zazwyczaj cięcie kości wykonuje się w 3º rotacji zewnętrznej względem tej płaszczyzny [5,20]. Zniekształcenia kłykci lub ubytki powierzchni stawowych mogą spowodować, że kąt między płaszczyzną styczną do kłykci a osią ruchów zgięcia kolana (w przybliżeniu

DISCUSSION

Correct implant positioning, both in the frontal plane (varus/valgus) and in the transverse plane (rotational alignment), is a crucial factor for success in total knee arthroplasty. Previous studies have shown that rotational malalignment of the components may cause the anterior knee pain, patellar instability, instability of the knee joint, as well as premature wear or loosening of the implants. These complications may require a revision surgery [5-9].

Intraoperatively, the implant positioning is often assessed relative to the plane tangential to the posterior aspect of the femoral condyles. Bone is usually cut at 3º external rotation relative to that plane [5,20]. Condylar deformities or articular surface defects may alter the angle between the Posterior Condylar Axis and the flexion-extension axis of the knee (of note, the flexion-extension axis usually approximates the transepicondylar axis).

zgodną z linią przeznadkłykciową) ulegnie zmianie. Głównym celem naszego badania było określenie zmienności przebiegu linii stycznej do tylnej powierzchni kłykci kości udowej względem osi ruchów zgięcie-wyprost kolana (reprezentowanej przez linię przeznadkłykciową). W szczególności interesowało nas, jak bardzo kąt między płaszczyzną styczną do tylnej powierzchni kłykci kości udowej (często wykorzystywaną do ustalenia płaszczyzny resekcji kości udowej) a linią przeznadkłykciową może różnić się od standardowych 3º rotacji zewnętrznej.

Ze względu na dwie nieco odmienne metody wyznaczania linii przeznadkłykciowej w naszej pracy mierzyliśmy zarówno kąt między linią przeznadkłykciową chirurgiczną a linią styczną do tylnej powierzchni kłykci kości udowej (*Posterior Condylar Angle*), jak również kąt między linią przeznadkłykciową anatomiczną a linią styczną do tylnej powierzchni kłykci kości udowej (*Condylar Twist Angle*).

Uzyskane wyniki są zbieżne z rezultatami dotychczasowych badań. Wartość kąta między linią przeznadkłykciową chirurgiczną a linią styczną do tylnej powierzchni kości udowej (*Posterior Condylar Angle*) wynosiła średnio 2,7±2,1º (3,0±2,1º u kobiet i 2,6±2,0º) u mężczyzn. Podobne rezultaty uzyskano w większości prac opublikowanych przez innych autorów (Tab. 5).

Zwiększoną wartość kąta *Posterior Condylar Angle* zanotowano w pracy Akagi'ego i wsp., co prawdopodobnie wynikało ze zwiększonego odsetka pacjentów z koślawym zniekształceniem kolana [21]. Ist-

The main aim of our study was to analyse the relationship between the line tangential to the posterior aspect of the femoral condyles (which is a common reference line for bone resection) and the transepicondylar axis (which approximates the flexion-extension axis of the knee). In particular, we wanted to find out how much the Posterior Condylar Angle (the angle between the plane tangential to the posterior aspect of the femoral condyles and the transepicondylar axis) may vary from the usual 3º of external rotation. We also wanted to identify the factors which could influence this variability.

As the transepicondylar axis can be determined by two slightly different methods, we measured both the angle between the surgical transepicondylar axis and the tangent to the posterior aspect of the femoral condyles (Posterior Condylar Angle) and the angle between the clinical transepicondylar axis and the tangent to the posterior aspect of the femoral condyles (Condylar Twist Angle).

The results of our study are in agreement with those presented in previous publications. The mean posterior condylar angle was 2.7±2.1º (3.0±2.1º in women and 2.6±2.0º in men). Similar results have been reported in most papers from various authors (Tab. 5).

A higher value of the mean Posterior Condylar Angle was reported by Akagi et al., which probably resulted from a high ratio of patients with valgus knee deformity in the study group [21]. According to Aglietti, a 10º increase in valgus angle would result in the Posterior Condylar Angle increasing by appro-

Tab. 5. Wartości kąta między linią przeznadkłykciową chirurgiczną a styczną do tylnej powierzchni kości udowej (Posterior Condylar Angle) podawane w dotychczas opublikowanych badaniach
b.d. – brak danych

Tab. 5. Measurement of the Posterior Condylar Angle reported in previously published studies
N/A – data not available

Podawane w piśmiennictwie wartości kąta między linią przeznadkłykciową chirurgiczną a styczną do tylnej powierzchni kości udowej (*Posterior Condylar Angle*) Values of the Posterior Condylar Angle reported in previous studies			
Autor i rok publikacji Author and year of publication	Kobiety Women	Mężczyźni Men	Ogółem Overall
Berger R, 1993 [10]	0,3±1,2º	3,5±1,2º	b.d. | N/A
Griffin F, 1998 [20]	3,7±2,6º	3,6±1,8º	3,7±2,2º
Yoshino N, 2001 [19]	b.d. | N/A	b.d. | N/A	3,0±1,6º
Akagi M, 2001[21]	b.d. | N/A	b.d. | N/A	4,2±2,2º
Asano T, 2005 [14]	b.d. | N/A	b.d. | N/A	3,1±1,7º
Aglietti P, 2008 [26]	2,8±1,7º	2,1±1,6º	b.d. | N/A
Moghtadaei M, 2015 [22]	2,1±1,5º	2,4±1,3º	2,3±1,3º
Loures FB, 2015 [23]	2,7±2,0º	3,0±2,0º	2,9±2,0º
Jabalameli M, 2016 [24]	0,7±1,5º	2,9±1,2º	1,6±1,7º
Lyras DN, 2016 [25]	2,9º± b.d. | N/A	2,7º± b.d. | N/A	2,9±0,8º

Tab. 6. Wartości kąta między linią przeznadkłykciową anatomiczną a styczną do tylnej powierzchni kości udowej (Condylar Twist Angle) podawane w dotychczas opublikowanych badaniach
b.d. – brak danych

Tab. 6. Measurement of the Posterior Twist Angle reported in previously published studies
N/A – data not available

Podawane w piśmiennictwie wartości kąta między linią przeznadkłykciową anatomiczną a styczną do tylnej powierzchni kości udowej (*Condylar Twist Angle*)			
Autor i rok publikacji Author and year of publication	Kobiety Women	Mężczyźni Men	Ogółem Overall
Berger R, 1993 [10]	5,2±4,1º	4,7±3,5º	b.d. | N/A
Akagi M, 2001[21]	b.d. | N/A	b.d. | N/A	6,8±1,8º
Asano T, 2005 [14]	b.d. | N/A	b.d. | N/A	6,7±1,5º
Yoshino N, 2001 [19]	b.d. | N/A	b.d. | N/A	6,4°±1,6°
Moghtadaei M, 2015 [22]	5,6±1,9º	5,9±1,9º	5,7±1,7º
Loures FB, 2015 [23]	6,7±2,2º	7,1±2,0º	6,9±2,1º
Jabalameli M, 2016 [24]	5,1±1,5º	7,2±1,1º	5,9±1,6º

nieją doniesienia, wg których zwiększenie koślawości stawu o 10º powoduje przyrost kąta *Posterior Condylar Angle* o około 1º [26]. Autorzy doniesień zgadzają się natomiast co do tego, że szpotawość kolana nie wpływa na wartość kąta [20,21,24-26]. W naszym badaniu stosowaliśmy standardową pozycję pacjenta (ułożenie na plecach z kończynami dolnymi wyprostowanymi w stawach biodrowych i kolanowych), jednak analiza uzyskanych obrazów wykazała, że nie zapewniało to pełnej kontroli nad ustawieniem rotacyjnym kończyny. Ze względu na możliwy błąd pomiaru ustawienia kolana w płaszczyźnie czołowej, spowodowany niejednakową rotacją kończyny, odstąpiliśmy od wyznaczenia kąta koślawości/ szpotawości stawu i nie analizowaliśmy wpływu tego parametru na kąt między linią przeznadkłykciową a styczną do tylnej powierzchni kłykci kości udowej.

Wartość kąta między linią przeznadkłykciową anatomiczną a linią styczną do tylnej powierzchni kości udowej (*Condylar Twist Angle*) wynosiła średnio 6,4±2,0º (6,6±1,9º u kobiet i 6,3±2,0º u mężczyzn). Podobne rezultaty uzyskano w większości prac opublikowanych przez innych autorów (Tab. 6).

Analizując wartości kątów między linią przeznadkłykciową (zarówno chirurgiczną, jak i anatomiczną) a linią styczną do tylnej powierzchni kości udowej należy zauważyć, że odchylenie standardowe cechuje się dość dużą wartością w porównaniu do wartości centralnej, czyli średniej arytmetycznej. W naszym badaniu wartość kąta między linią przeznadkłykciową chirurgiczną a linią styczną do tylnej powierzchni kości udowej (*Posterior Condylar Angle*) wynosiła średnio 2,7±2,1º rotacji zewnętrznej. Z cech rozkładu normalnego wynika, że około 99,7% badanej populacji uzyska wartości parametrów oddalone od

ximately 1º [21]. At the same time, authors concur in stating that a varus deformity does not affect the Posterior Condylar Angle [20,21,24-26]. In our study, patients were placed in a standard position (supine with the hips and knees in extension), but analysis of the imaging data showed that this position did not provide for full control of the rotational alignment of the lower limb. As a result, measurement of knee alignment in the frontal plane (varus/valgus angle) could be influenced by small variations in limb rotation. Therefore, we decided not to record the varus/valgus angle of the knee joint and, accordingly, did not investigate the influence of this parameter on the posterior condylar angle.

The mean angle between the clinical transepicondylar axis and the line tangential to the posterior surface of the femoral condyles (Condylar Twist Angle) was 6.4±2.0º (6.6±1.9º in women and 6.3±2.0º in men). Similar results have been reported in most papers published by other authors (Tab. 6).

An interesting finding regarding the values of the angles between the transepicondylar axis (both clinical and surgical) and the tangent to the posterior aspect of the femoral condyles is that the standard deviation was relatively high compared to the arithmetic mean. In our study, the mean Posterior Condylar Angle was 2.7±2.1º of external rotation. According to the features of the normal distribution, about 99.7% of the measurements fall within three standard deviations. Therefore, the Posterior Condylar Angle can take any value between 3.6º of internal rotation and 9.0º of external rotation, and more than two-thirds of the knees would show a Posterior Condylar Angle between 0.6º and 4.8º of external rotation. In our opinion, an orthopaedic surgeon should be aware

średniej o trzy wartości odchylenia standardowego. Co za tym idzie, należy się spodziewać, że wspomniany kąt będzie przyjmował wartości od 3,6º rotacji wewnętrznej do 9,0º rotacji zewnętrznej. W związku z tym przymiar służący do wyznaczenia płaszczyzny resekcji kości udowej, jaki wprowadza się stycznie do tylnej powierzchni kłykci udowych, powinien posiadać możliwość regulacji w tym zakresie.

Uzyskane przez nas wyniki świadczą o dużej symetrii badanych parametrów. Porównanie wartości kątów zmierzonych w przeciwstawnych kończynach wykazało, że średnia różnice między prawą i lewą kończyną były minimalne (rzędu 0,0º-0,1º) i pozbawione istotności statystycznej. Według naszej wiedzy, publikowane dotąd prace nie badały szczegółowo tego zagadnienia. Naszym zdaniem zaobserwowana symetria pomiarów przemawia za tym, że rozrzut wyników względem wartości średniej jest głównie rezultatem zmienności międzyosobniczej. Pośrednio, można też wysnuć przypuszczenie, że jednostronne zmiany, np. zwyrodnieniowe, wpływają na kształt kłykci udowych w mniejszym stopniu niż różnice wynikające ze zmienności anatomicznej pomiędzy pacjentami. Pod względem praktycznym, stwierdzoną symetrię pomiarów można wykorzystać do planowania przedoperacyjnego, np. w razie zniekształcenia operowanej kończyny można dokonać pomiarów radiologicznych na kończynie przeciwstronnej.

Kolejną kwestią, która naszym zdaniem nie została dostatecznie przebadana w dotychczasowych pracach była potencjalna korelacja między zmierzonymi kątami a czynnikami antropometrycznymi, które mogą wpływać na kształt kończyny, tj. wzrostem, masą ciała i współczynnikiem BMI. Niestety, uzyskane wyniki nie potwierdziły istnienia takich korelacji w podgrupie mężczyzn. Z kolei w podgrupie kobiet wykazano istnienie średniego stopnia korelacji między wzrostem oraz masą ciała a niektórymi z badanych kątów (Tab. 4). Stwierdzone korelacje były jednak dość niespójne i dotyczyły zwykle tylko jednej strony ciała (pomimo wykazanej wcześniej dużej symetrii pomiarów). Ponadto wyliczone współczynniki istotności statystycznej były zbliżone do wartości granicznych (p=0,031-0,047), a badana podgrupa była stosunkowo nieliczna (n=24). Dlatego do wyników tych należy podchodzić z dużą ostrożnością. W naszej opinii potwierdzenie sugerowanych korelacji wymaga przeprowadzenia dodatkowych badań na większej grupie pacjentów.

WNIOSKI

1. Osadzenia endoprotezy kolana równolegle do linii przeznadkłykciowej wymaga resekcji kości udo-

of this fact, and the femoral resection guides should allow for adjustment of the angle between the plane of resection and the tangent to the femoral condyles in this range.

Our results show a high degree of symmetry in the investigated parameters. A comparison of angles between the contralateral limbs revealed only minor differences between the right and the left knee (of the order of 0.0º-0.1º) that were not statistically significant. To our knowledge, previous studies have not investigated this in detail. In our opinion, this symmetry of measurements suggests that dispersion of the measured values is mostly caused by anatomical variations between individuals. Indirectly, it may also suggest that unilateral pathology, e.g. degenerative lesions, alters the shape of the femoral condyles to a lesser extent than inter-individual anatomical variation.

In clinical practice, this symmetry of measurements could be applied in preoperative planning: for instance, when the affected limb is seriously deformed, the radiographic measurement and templating could be carried out on the contralateral (normal) limb.

To our knowledge, most published studies have not investigated the potential correlation between the Posterior Condylar Angle or the Posterior Twist Angle and anthropometric factors that may influence the axis and shape of the lower limb, i.e. height, body weight and the BMI. To our disappointment, our results failed to confirm such correlations among the men, while the female participants demonstrated a medium-strength correlation between height or body weight and some of the angles measured (Tab. 4). These correlations were, however, rather inconsistent and usually unilateral, despite a high level of symmetry of the measurements. The p-values were also rather high (p=0.031-0.047), and the female subgroup was rather small (n=24). Accordingly, these findings should be approached very cautiously. In our opinion, they would require an additional study performed on a larger population.

CONCLUSIONS

1. Positioning of the femoral component of the knee joint endoprosthesis parallel to the transepicondy-

wej pod kątem około 3º na zewnątrz w stosunku do płaszczyzny wyznaczonej przez tylną powierzchnię kłykci kości udowej. Wartość tego kąta może się jednak zmieniać w przedziale od 3,6º rotacji wewnętrznej do 9,0º rotacji zewnętrznej, co należy uwzględnić podczas operacji.
2. Wartość kąta nie zależy od płci, wieku, współczynnika BMI ani od strony ciała (przy czym pomiary cechują się dużą symetrią).
3. W grupie kobiet na wartość kątów może wpływać wzrost i masa ciała, natomiast wśród mężczyzn nie wykazano takich zależności. Obserwacje te wymagają jednak dalszych badań na większych grupach pacjentów.

lar line requires resecting the femur at approximately 3º of external rotation relative to the line tangential to the posterior aspect of the femoral condyles. This angle, however, may vary from 3.6º of internal rotation to 9.0º of external rotation which should be taken into consideration by the operating surgeon.
2. The values of the Posterior Condylar Angle do not correlate with gender, age, Body Mass Index and body side (with notable, near-perfect symmetry between the contralateral limbs)
3. In female patients, height and body weight may influence the Posterior Condylar Angle, but these correlations would require further studies of larger groups of patients. In male patients, we were unable to find such correlations.

PIŚMIENNICTWO / REFERENCES

1. Widuchowski W, Tomaszewski W, Widuchowski J, Czamara A. Current Concepts in the Treatment of Cartilage Lesions with Special Regard to the Knee Joint. Ortop Traumatol Rehabil 2011; 4: 327-41.
2. Marczyński W, Białecki J. Analiza biologicznych możliwości ochrony chrząstki stawowej. Ortop Traumatol Rehabil 2013; 5: 509-15.
3. Tomaszewski W. Choroba zwyrodnieniowa stawów – jak leczyć, aby spowolnić jej przebieg. Ortop Traumatol Rehabil 2016; 18: 91-7.
4. Pop T, Szczygielska D, Drużbicki M. Epidemiology and cost of conservative treatment of patients with degenerative joint disease of the hip and knee. Ortop Traumatol Rehabil 2007; 9: 405-12.
5. Barrack RL, Schrader T, Bertot AJ, Wolfe MW, Myers L. Component rotation and anterior knee pain after total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res 2001; 392: 46-55.
6. Kelly MA. Patellofemoral complications following total knee arthroplasty. Instr Course Lect. 2001; 50: 403-7.
7. Kim YH, Park JW, Kim JS, Park SD. The relationship between the survival of total knee arthroplasty and postoperative coronal, sagittal and rotational alignment of knee prosthesis. Int Orthop 2014; 38: 379-85.
8. Sharkey PF, Hozack WJ, Rothman RH, Shastri S, Jacoby SM. Why Are Total Knee Arthroplasties Failing Today? Clin Orthop Relat Res 2002; 404: 7-13.
9. Incavo SJ, Wild JJ, Coughlin KM, Beynnon BD. Early revision for component malrotation in total knee arthroplasty. Clin Orthop Relat Res 2007; 458: 131-6.
10. Berger RA, Rubash HE, Seel MJ, Thompson WH, Crossett LS. Determining the rotational alignment of the femoral component in total knee arthroplasty using the epicondylar axis. Clin Orthop Relat Res 1993; 286: 40-7.
11. Whiteside LA, Arima J. The Anteroposterior Axis for Femoral Rotational Alignment in Valgus Total Knee Arthroplasty. Clin Orthop Relat Res 1995; 321: 168-72.
12. Sikorski JM. Alignment in total knee replacement. J Bone Joint Surg Br 2008; 90B: 1121-7.
13. Churchill DL, Incavo SJ, Johnson CC, Beynnon BD. The transepicondylar axis approximates the optimal flexion axis of the knee. Clin Orthop Relat Res 1998; 356: 111-8.
14. Asano T, Akagi M, Nakamura T. The functional flexion-extension axis of the knee corresponds to the surgical epicondylar axis: in vivo analysis using a biplanar image-matching technique. J Arthroplasty 2005; 20: 1060-7.
15. Victor J, Doninck DV, Labey L, Glabbeek FV, Parizel P, Bellemans J. A common reference frame for describing rotation of the distal femur A CT-Based Kinematic Study Using Cadavers. J Bone Joint Surg Br 2009; 91B: 683-90.
16. Oussedik S, Scholes C, Ferguson D, Roe J, Parker D. Is Femoral Component Rotation in a TKA Reliably Guided by the Functional Flexion Axis? Clin Orthop Relat Res 2012; 470: 3227-32.
17. Tanifuji O, Sato T, Kobayashi K, et al. Three-dimensional in vivo motion analysis of normal knees employing transepicondylar axis as an evaluation parameter. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2013; 21: 2301-8.
18. Feng Y, Tsai TY, Li JS, Rubash HE, Li G, Freiberg A. In-vivo analysis of flexion axes of the knee: Femoral condylar motion during dynamic knee flexion. Clin Biomech (Bristol, Avon) 2016; 32: 102-7.
19. Yoshino N, Takai S, Ohtsuki Y, Hirasawa Y. Computed tomography measurement of the surgical and clinical transepicondylar axis of the distal femur in osteoarthritic knees. J Arthroplasty 2001; 16: 493-7.
20. Griffin FM, Insall JN, Scuderi GR. The posterior condylar angle in osteoarthritic knees. J Arthroplasty 1998; 13: 812-5.
21. Akagi M, Yamashita E, Nakagawa T, Asano T, Nakamura T. Relationship Between Frontal Knee Alignment and Reference Axes in the Distal Femur. Clin Orthop Relat Res 2001; 388: 147-56.
22. Moghtadaei M, Moghimi J, Shahhoseini G. Computed Tomographic measurement of distal femur rotation in Iranian population. Med J Islam Repub Iran 2015; 29: 169.

23. Loures FB, Furtado Neto S, Pinto R de L, et al. Rotational assessment of distal femur and its relevance in total knee arthroplasty: analysis by magnetic resonance imaging. Radiol Bras 2015; 48: 282-6.
24. Jabalameli M, Moradi A, Bagherifard A, Radi M, Mokhtari T. Evaluation of Distal Femoral Rotational Alignment with Spiral CT Scan before Total Knee Arthroplasty (A Study in Iranian population). Arch Bone Jt Surg 2016; 4: 122-7.
25. Lyras DN, Loucks C, Greenhow R. Analysis of the Geometry of the Distal Femur and Proximal Tibia in the Osteoarthritic Knee: A 3D Reconstruction CT Scan Based Study of 449 Cases. Arch Bone Jt Surg 2016; 4: 116-21.
26. Aglietti P, Sensi L, Cuomo P, Ciardullo A. Rotational Position of Femoral and Tibial Components in TKA Using the Femoral Transepicondylar Axis. Clin Orthop Relat Res 2008; 466: 2751-5.

Liczba słów/Word count: 6969 **Tabele/Tables:** 6 **Ryciny/Figures:** 1 **Piśmiennictwo/References:** 26

Adres do korespondencji / Address for correspondence
lek. Łukasz Cieliński
Katedra i Klinika Ortopedii i Traumatologii Narządu Ruchu,
ul. Ziołowa 45/47, 40-635 Katowice tel. 506-079-981 e-mail: lukasc@mp.pl

Otrzymano / Received *04.07.2016 r.*
Zaakceptowano / Accepted *09.09.2016 r.*