

PROBLEMY NIEKONWENCJONALNYCH UKŁADÓW ŁOŻYSKOWYCH

Lódź, 15-16 maja 1996 r.

Jan Burcan, Krzysztof Goliński
Politechnika Łódzka

KLASYFIKACJA PROTEZ KOŃCZYN DOLNYCH Z PUNKTU WIDZENIA ICH WĘZŁÓW TARCIA

SŁOWA KLUCZOWE:

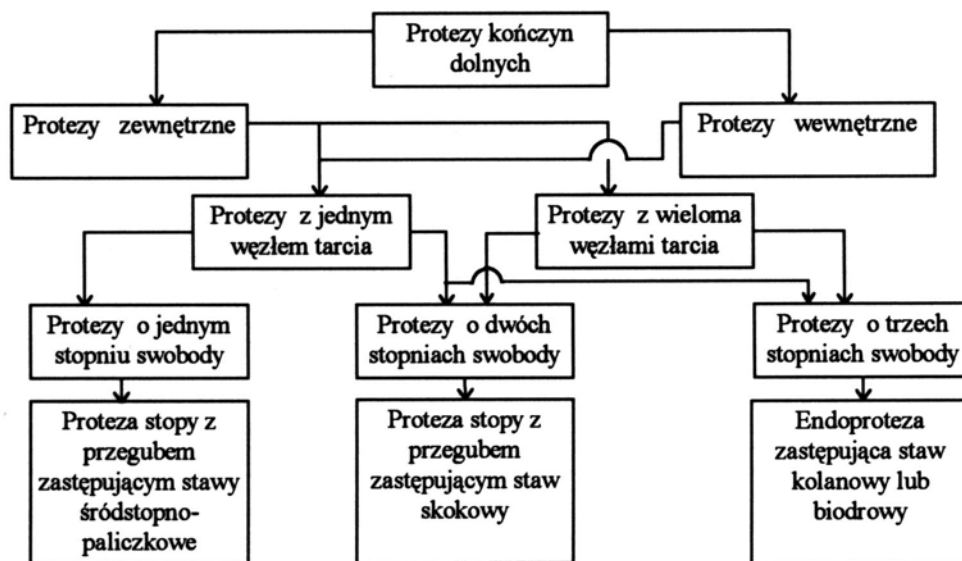
proteza, endoproteza, staw, przegub, węzeł tarcia.

STRESZCZENIE

W referacie sklasyfikowano protezy kończyn dolnych pod względem ich budowy oraz funkcji. Dokonano podziału ze względu na liczbę i rodzaj zastosowanych przegubów. Omówiono poszczególne rodzaje przegubów jako węzłów tarcia. Opisano warunki pracy węzłów z punktu widzenia ich budowy.

WPROWADZENIE

Protezy kończyny dolnej można podzielić (Rys. 1.) na dwie grupy: protezy zewnętrzne, - protezy wewnętrzne.



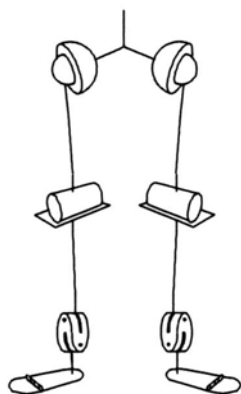
Rys. 1. Klasyfikacja protez kończyny dolnej.

Protezą zewnętrzną kończyny dolnej nazywamy sztuczną kończynę, zastępującą brakującą część kończyny naturalnej zarówno pod względem podstawowych jej funkcji mechanicznych, jaki pod względem zewnętrznego jej kształtu.

Proteza wewnętrzna, inaczej endoproteza jest implantatem czynno-biernym, czyli wszczepem zastępującym pod względem funkcji staw kolanowy lub biodrowy i współpracującym z tkankami biocy.

Zarówno protezy zewnętrzne jak i wewnętrzne są elementami mechanicznymi, posiadającymi różnego rodzaju przeguby będące węzłami tarcia, zastępującymi naturalne stawy. Każdy naturalny staw ma możliwość wykonania tylko określonych rodzajów ruchów.

Ruchy są ograniczane przez współpracujące mięśnie i ścięgna, będące źródłami energii i poruszającymi te stawy. Proteza musi wiernie lub możliwie jak najlepiej naśladować możliwości oraz funkcje ruchowe zastępowanej nią kończyny i występującego stawu, bez pomocy mięśni, wspomagających pracę tych przegubów.



Rys. 2. Uproszczony model kończyn dolnych

W celu uogólnienia zjawisk zachodzących w stawach kończyny dolnej, zastąpiono je uproszczonymi modelami i stworzono zastępczy model kończyny dolnej (rys.2). W rzeczywistości możliwości ruchowe kończyn w poszczególnych stawach są nieco większe i bardziej złożone.

Im dłuższa część kończyny ma zostać zastąpiona protezą, tym większą będzie miała ona ilość bardziej złożonych funkcji do wykonania, a tym samym stanie się bardziej skomplikowanym i narażonym na awarie mechanizmem.

PODZIAŁ

Z punktu widzenia liczby węzłów tarcia, występujących w konstrukcji protezy, możemy je podzielić następująco:

- protezy z jednym węzłem tarcia;
- protezy z wieloma węzłami tarcia

Pewne rodzaje protez mogą występować w rozwiązaniach konstrukcyjnych i z jednym, i z wieloma węzłami tarcia. Dotyczy to głównie protez goleni i protez uda. Innym możliwym podziałem, z punktu widzenia liczby stopni swobody, które posiada dany węzeł tarcia w protezie jest podział na protezy z węzłami o:

- jednym stopniu swobody;
- dwóm stopniach swobody ;

- trzech stopniach swobody. Do najprostszych protez zawierających jeden węzeł tarcia możemy zaliczyć protezy stopy. Zwykle amputacji ulega część lub cała stopa. Przy utracie części stopy protezą zastępuje się staw śródstopno-paliczkowy. Schematycznie staw ten przedstawiany jest jako przegub o jednym stopniu swobody (Rys. 3.a). W rzeczywistości protezy zastępujące ten staw pozwalają tylko na jeden ruch wokół osi przegubu.

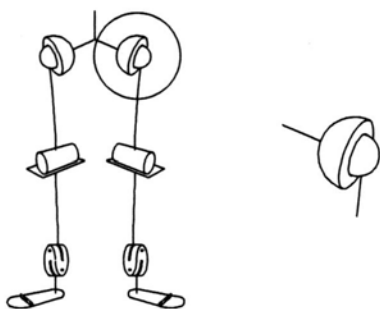
Przy utracie całej stopy istnieje konieczność zaprotezowania stopy wraz ze stawem skokowym. Sam staw skokowy jest stawem bardziej złożonym od stawów śródstopno-paliczkowych. Jego schemat zastępczy (Rys. 3.b) zapewnia możliwość wykonania dwóch niezależnych ruchów, ma on zatem dwa stopnie swobody. Istnieją rozwiązania konstrukcyjne protez stopy posiadające oba wyżej wymienione przeguby. Jednak najszersze zastosowanie w protetyce goleni ze stopą znalazły protezy z jednym przegubem (zastępującym staw skokowy), a także protezy bez stawu skokowego ze stopą dynamiczną, wykorzystującą sprężyste właściwości materiałów i specjalnie ukształtowany rdzeń.



Rys. 3. Schematy przegubów: a) śródstopno-paliczkowy, b)

Protezy wewnętrzne tzw. endoprotezy mogą być także zaliczone do protez z jednym węzłem tarcia. Należą one do specyficznej grupy protez, ponieważ zastępują tylko sam staw i jego funkcje. Projektowane są i produkowane głównie protezy stawu biodrowego oraz kolanowego.

Naturalny staw biodrowy jest stawem kulistym panewkowym, w którym ruchy obrotowe odbywają się w stosunku do nieskończonej liczby osi. Główne z nich to oś poprzeczna, czołowa (dla ruchów zgięcia i prostowania), oś strzałkowa (dla odwodzenia i przywodzenia) i oś obrotu biegnąca przez środek głowy i środek stawu kolanowego (dla ruchów obrotowych, nawracania i odwracania). Model uproszczony tego stawu jest także przegubem kulistym (rys. 4.).



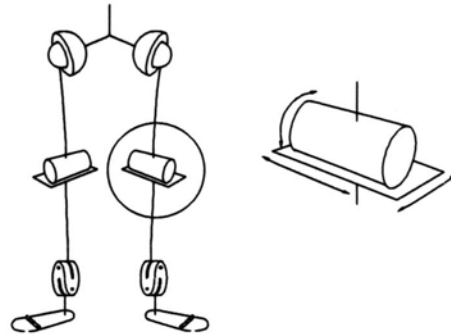
Rys.4. Model przegubu kulistego stawu biodrowego.

W rzeczywistości endoproteza po zamontowaniu jej w organizmie biorcy ma te same możliwości ruchowe jak naturalny staw biodrowy, współpracujący albo z naturalną panewką stawową, albo ze sztuczną, także wszczepianą do organizmu.

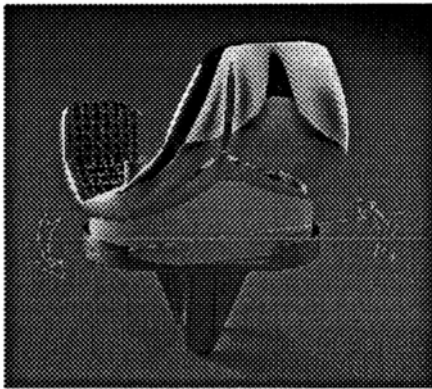
Najbardziej skomplikowanym stawem kończyny dolnej jest staw kolanowy. Łączy on kość udową z kością piszczelową. Ruchy jakie może wykonywać naturalny staw kolanowy to głównie zgięcie i prostowanie, a także ruchy obrotowe, niemożliwe jednak przy stawie maksymalnie

zgiętym lub wyprostowanym. Model przegubu stawu kolanowego (rys.5.) ma pewne ograniczenia ruchowe w stosunku do stawu naturalnego, posiada trzy stopnie swobody, co pozwala na trzy niezależne ruchy tego przegubu.

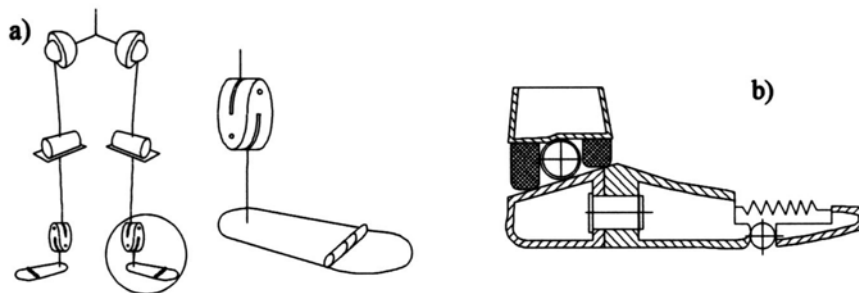
Rys. 5. Model przegubu stawu kolanowego.



Rzeczywiste endoprotezy są dwojakiego rodzaju. Zawiasowe, umożliwiające tylko ruch zginania i prostowania wokół jednej osi, lub protezy policentryczne (Rys. 6.) naśladujące ruch posuwisto-obrotowy.



Rys. 6. Endoproteza policentryczna stawu kolanowego



Rys. 7. Model protezy z dwoma węzłami tarcia a), i jej rozwiązanie konstrukcyjne

Do protez z wieloma węzłami tarcia można zaliczyć protezy goleni ze stopą, w których stopa posiada zarówno przegub śródstopno-paliczkowy, jak i przegub skokowy. Rysunek 7. przedstawia model tego typu protez oraz jedno z rozwiązań konstrukcyjnych.

Protezy zewnętrzne uda posiadają dodatkowo przegub kolanowy. Przegub taki może być monocentryczny (z jedną osią przegubową) lub policentryczny (ruch wokół dwóch osi). Ostatnimi protezami w tej grupie to protezy całej kończyny. Mogą posiadać od dwóch do czterech węzłów tarcia (staw śródstopno-paliczkowy, skokowy, kolanowy i biodrowy)

WARUNKI PRACY WYNIKAJĄCE Z BUDOWY WĘZŁÓW TARCIA PROTEZ KOŃCZYNY DOLNEJ

Bardzo istotnym problemem w konstrukcjach protez jest odpowiednia praca węzłów tarcia. Z jednej strony elementy współpracujące w węzłach potrzebują odpowiedniej zabudowy by nie narażać ich na niekorzystne działanie warunków atmosferycznych i wszelkiego rodzaju zanieczyszczeń. Jednak ta sama zabudowa może być powodem zbędnego i niekorzystnego tarcia.

Drugim problemem są własności konstrukcyjne. Wartości luzów między współpracującymi elementami nie mogą być większe lub mniejsze niż to wynika z zachowania konieczności ruchowych (nadmierne luzy w przegubach prowadzą do szybkiego zużywania się współpracujących powierzchni pod obciążeniem i w konsekwencji mogą doprowadzić do wypadku osoby korzystającej z takiej protezy). Uwzględniając dość duże obciążenia, a co za tym idzie naciski jednostkowe na jakie są narażone węzły tarcia, powstaje poważny problem jakie zastosować materiały. Materiały używane w protetyce powinny się charakteryzować bardzo dobrymi własnościami wytrzymałościowymi. Endoprotez muszą dodatkowo charakteryzować się biogodnością, tzn. obojętnością chemiczną w warunkach stroju organizmu ludzkiego.

Trzecim równie ważnym problemem jest smarowanie węzłów, które gwarantuje płynną pracę. Tam gdzie nie ma innej możliwości stosuje się takie materiały, które mogą pracować bezawaryjnie bez smarowania. W przypadku endoprotez, ze względu na produkty zużycia tak dobiera się materiały, aby przy stosunkowo niewielkich oporach ruchu występowało niezuważalne zużycie materiałów. Zbyt duże zużycie ściernie powoduje poważne komplikacje z usuwaniem przez organizm tych produktów otrzymywanych na zewnątrz strefy styku. Smarowanie odbywa się przy wspomaganiu naturalnych substancji maziowych w torebce stawowej.

To bardzo skrótowe i pobieżne omówienie tematu, wskazuje jak złożone i zarazem ciekawe są problemy związane z tarciami w przegubach protez kończyn dolnych.

LITERATURA

1. Morecki A., Ramotowski W. :Problemy biocybernetyki i inżynierii biomedycznej, tom 5: Biomechanika, Warszawa 1990
2. Burcan J.: Bio-ergonomiczne aspekty działania przegubów węzłów kończyn dolnych, II Konferencja nt: PROBLEMY NIEKONWENCJONALNYCH UKŁADÓW ŁOŻYSKOWYCH, Łódź 09-10 maja 1995 roku.
3. Prosnak M.:Protezy uniwersalne kończyn dolnych I ich główne formy konstrukcyjne, Przegląd Techniki ortopedycznej i Rehabilitacyjnej R.II, 1975, Nr 3, s 121-163.
4. Marciniak J., Paszenda Z.: Ćwiczenia laboratoryjne z biomateriałów, skrypty uczelniane Nr. 1729, Gliwice 1993.
5. Goliński K.:Praca przejściowa nt: *PROTEZY KOŃCZYNY DOLNYCH*, wykonana w roku akademickim 1996/97.

Recenzent: dr n. med. Janusz Cwanek