

PROBLEMY NIEKONWENCJONALNYCH UKŁADÓW ŁOŻYSKOWYCH

Łódź 15-16 maja 1997 roku

Jan Burcan^{*)}, Elżbieta Łuczak^{**)}, Mieczysław Prosnak^{**)}

^{*)}Politechnika Łódzka, ^{**)}Wojewódzka Poradnia Zaopatrzenia Ortopedycznego w Łodzi

RODZAJE WĘZŁÓW PRZEGUBOWYCH STOSOWANYCH W PROTEZACH KOŃCZYN GÓRNYCH

SŁOWA KLUCZOWE

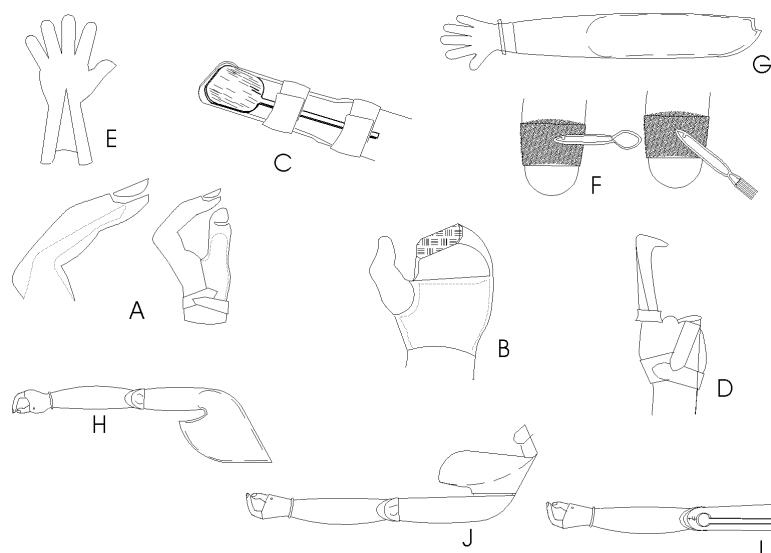
epitezy palców, opozytory kciuka, proteza opozycyjna śródreżca, hak kinetyczny, rękawica kosmetyczna, uchwyt przegubowy bierny, uchwyt kulowy bierny, łokieć kopułkowy

STRESZCZENIE

Jednym z najważniejszych elementów konstrukcyjnych protez kończyn górnych są węzły przegubowe decydujące o ich sprawności i przydatności. Nie wnikając w mechanizmy kinetyzacji protez w warunkach braku mięśniowych elementów dynamicznych sztucznych kończyn, należy zauważyć, że istniejące rozwiązania pozwalają w zasadzie na wykonywanie podstawowych ruchów protezy istotnych dla jej funkcjonalności. Wybór tych elementów, zawsze indywidualny i dostosowany do możliwości amputowanego, ma zasadnicze znaczenie dla wartości użytkowej protezy i wyniku zaopatrzenia.

WPROWADZENIE

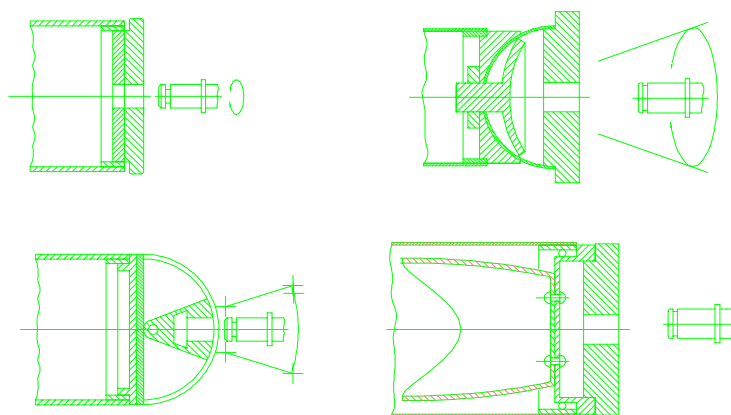
Naturalna kończyna górna stanowi swoisty biomechanizm wykonawczy organizmu ludzkiego, w którym można wyróżnić funkcję czuciową, traconą bezpowrotnie skutkiem amputacji i funkcję ruchową możliwą do częściowego odtworzenia na drodze protetycznej. W przeciwieństwie do protez kończyn dolnych o czynności podporczej i lokomocyjnej, w znacznej mierze automatycznej, protezy kończyn górnych muszą odtwarzać świadome zamierzone ruchy czynne połączone z okresową blokadą ruchu w pewnych połączeniach ruchowych. Inne przeznaczenie protez kończyn górnych określa inne rodzaje węzłów przegubowych mających im zapewnić należyłą funkcjonalność. Jest to problem złożony, o stopniu trudności wprost proporcjonalnym do rozległości szkody amputacyjnej (rys. 1). Pomijając nieliczne typy protez, jak nieruchome opozytory kciuka czy śródreżca współdziałające z zachowaną naturalną częścią kończyny, powszechnie stosuje się różnego rodzaju przeguby zastępujące utracone stawy naturalne.



Rys. 1. Możliwość zastępowania różnych segmentów kończyny górnej konstrukcją protetyczną: A - epitezy palców, B - opozytory kciuka, C - proteza opozycyjna śródreçza, D - hak kinetyczny przy zachowanym śródreçzu, E - rękawica kosmetyczna przy braku palców, F - elastyczne opaski kikutowe (przedramienne i ramienne), G - proteza przedramienna, H - proteza ramienna, I - proteza przy wyluszczeniu w łokciu, K - proteza przy połowicznym odjęciu obręczy barkowej,

RODZAJE STOSOWANYCH WĘZŁÓW PRZEGUBOWYCH

Liczną grupę połączeń ruchowych stosowanych w protezach kończyn górnych stanowią uchwyty nadgarstkowe. Są to przyrządy do ruchomego lub nieruchomego rozłącznego łączenia końcówek (rąk, haków czynnych lub końcówek roboczych) z układem nośnym przedramienia. Składają się one z cylindrycznego korpusu o przekroju okrągłym (rzadziej owalnym), mieszczących zapadkowy wpust (gniazdo) dla okrągłego, sześciokątnego lub wpustowego trzpienia końcówki oraz różnego rodzaju mechanizmy przegubowe i obrotowe warunkujące typ uchwytu (rys. 2). Mają też one zwykle urządzenia blokujące ruch w żądanym ustawieniu. Korpus uchwytu osadza się w rurowym lub skorupowym półfabrykacie albo wlaminiowuje się w indywidualnie wykonywane przedramię protezowe.



Rys. 2. Główne formy konstrukcyjne uchwytów nadgarstkowych: A - uchwyt cylindryczny (bierny), B - uchwyt przegubowy (bierny), C - uchwyt kulowy (bierny), D - czynny uchwyt obrotowy, a - trzpień końcówki.

Zależnie od stosowanych form konstrukcyjnych określających specyfikę funkcjonalną uchwytu wyróżniamy kilka odmian uchwytów nadgarstkowych.

- Cylindryczne (walcowe) - nieruchome z wyjątkiem biernych ruchów obrotowych końcówki, blokowanej mechanizmem ciernym w dowolnym ustawieniu. Jest to rozwiązanie najprostsze, umożliwiające szybką wymianę końcówek.

- Przegubowe (zawiasowe) - bierne ruchome w jednej płaszczyźnie ruchu o 40° - 60° , obok biernych ruchów obrotowych, blokowane w kilku pozycjach mechanizmem zapadkowym albo iglicowym. Są one nieco cięższe i stosunkowo długie (do 50 - 60 mm).

- Kulowe (sferyczne) - bierne ruchome we wszystkich kierunkach o około 40° nie wykluczając pozycji dociskowym mechanizmem ciernym. Są one stosunkowo ciężkie i nieco dłuższe od uchwytów cylindrycznych.

- Obrotowe (rotacyjne) - czynne, poruszane końcem długiego kikuta przedramienia ujętego w krótki ściśle dopasowany lej wewnętrzny połączony z ruchomą częścią uchwytu osadzoną w łożyskach tocznych. Jest to rozwiązanie złożone, ale bardzo funkcjonalne.

- Nierozłączne (stałe) - połączone nieruchomo z końcówką i elementem przedramienia, stosowane wyłącznie przy wyłuszczeniu w nadgarstku. Wykluczają one możliwość wymiany końcówek, co ogranicza wskazania do ich stosowania.

Przegub obrotowy przenosi się niekiedy na element przedramienia (obrotnica) zapewniając możliwość biernych ruchów rotacyjnych końcówki przy jej nieruchomym osadzeniu w uchwycie nadgarstkowym.

Dalszą grupę połączeń ruchowych w protezach kończy górnych stanowią też przeguby łokciowe łączące układy nośne ramienia i przedramienia, blokowane biernie lub czynnie (rzadziej z ruchem wolnym), często zaopatrzone w bierny mechanizm obrotowy. Mają one zwykle kształt kopułkowy, co zjednało im nazwę "kopulek łokciowych" lub "łokci kopułkowych". Wysokość ich wynosi 60 - 70 mm od osi obrotu, co ogranicza możliwość ich zastosowania przy kikutach długich (rys. 3 A). Zależnie od stosowanych rozwiązań konstrukcyjnych można wśród nich wyróżnić kilka zasadniczych odmian.

- Przeguby swobodne - z wolnym ruchem bez możliwości blokowania, najprostsze i najlżejsze, ale zarazem najmniej funkcjonalne. stosuje się je rzadko, głównie w protezach kosmetycznych, a wyjątkowo nawet w protezach kinetycznych.

- Przeguby biernie blokowane - zabezpieczające przed niezamierzonym ruchem za pomocą zamków iglicowych lub zapadkowych, blokujących ruch w łokciu w kilku pozycjach. Stosuje się je głównie także w protezach kosmetycznych, a wyjątkowo i w kinetycznych.

- Przeguby czynne - zabezpieczające przed niezamierzonym ruchem automatycznym zamkiem ciernym (w dowolnym położeniu) lub zapadkowym (w kilku pozycjach), o działaniu naprzemiennym uruchamianym kolejnymi ruchami linki czynnej.

- Automatyczne przeguby bezwładnościowe - z samoczynnym zamkiem zapadkowym o działaniu sprzężonym z ruchami przegubu łokciowego i końcówki chwytnej, pod działaniem linki czynnej (rys. 4 A). Są one szczególnie przydatne w rurowych protezach hybrydowych.

- Czynne przeguby silnikowe - elektryczne lub pneumatyczne, stosowane w protezach z zewnętrznymi źródłami energii mających do dwóch lub trzech par ruchów. Nie są to rozwiązania szerzej rozpowszechnione.

W przypadkach amputacji powyżej łokcia lub przy wyłuszczeniach w stawie łokciowym stosuje się zwykle boczne przeguby łokciowe wykonywane wraz z szynami nośnymi w formie typowych półfabrykatów (rys. 3B).

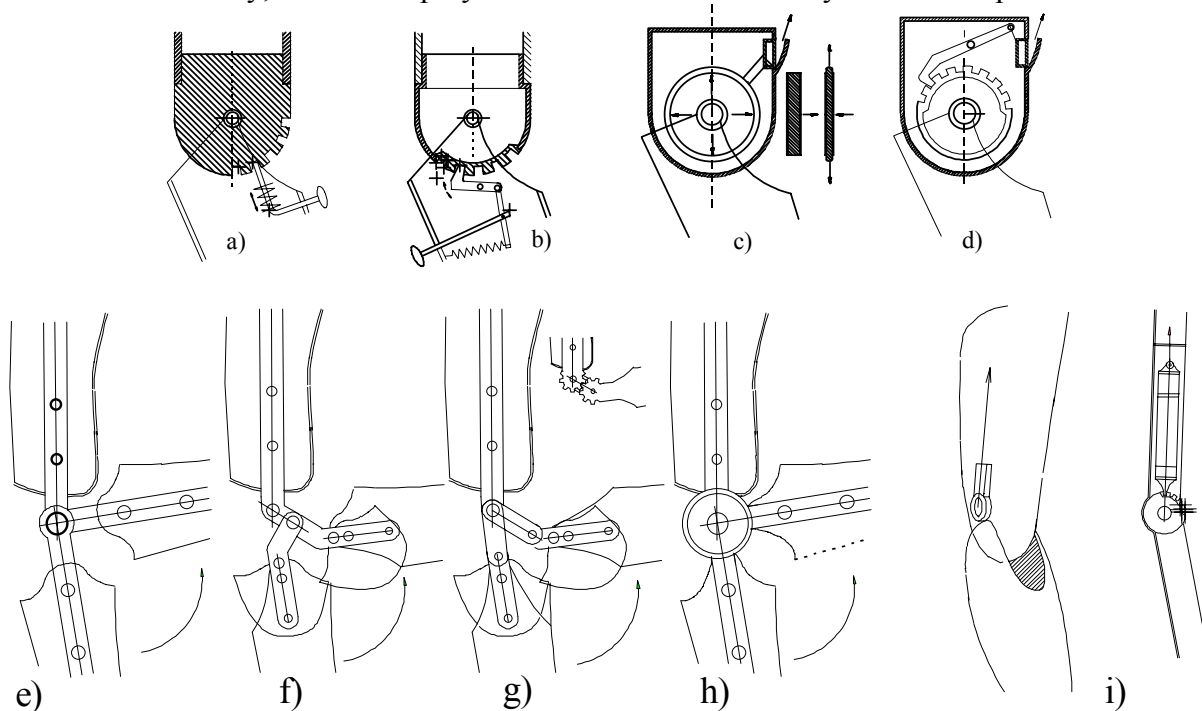
Zależnie od stosowanych form konstrukcyjnych można wśród nich wymienić kilka odmian.

- Przeguby swobodne - z wolnym ruchem bez możliwości blokowania, z szynami wmontowanymi w segmenty ramienia i przedramienia, niekiedy wspomagane linką czynną (cięż-

gnem). Stosuje się je w protezach przedramienia, a wyjątkowo w kosmetycznych protezach ramienia.

- Przeguby z przekładnią dźwigniową lub zębatą - z podwójnymi szynami przedramiennymi, dla leja i elementu nośnego, dwukrotnie zwiększającego zakres ruchu kąтового przedramienia względem leja, bez możliwości blokady, stosowane przy bardzo krótkich kikutach przedramienia o ograniczonej ruchomości.

- Przeguby wspomagane sprężyną - zwykle spiralną w okrągłej obudowie, równoważącą ciężar elementu przedramienia, co w efekcie zwiększa siłę jego ruchu w stosunku do kikutu, bez możliwości blokady, stosowane przy bardzo krótkich lub słabszych kikutach przedramienia.

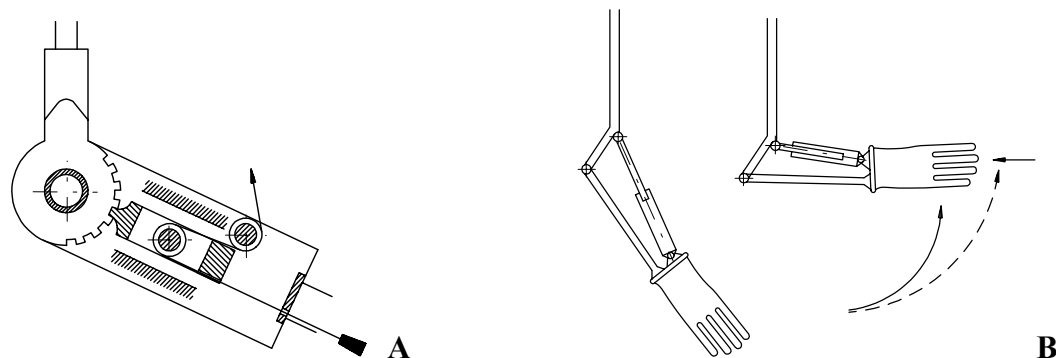


Rys.3. Główne formy konstrukcyjne przegubów łokciowych A - łokiec kopytkowy: a - przegub bierny (lity) z zamkiem iglicowym, b - przegub czynny lub bierny (skorupowy) z zamkiem zapadkowym, c - przegub czynny typu zapadkowego (z biernym mechanizmem obrotowym), d - przegub czynny typu ciernego (z biernym mechanizmem obrotowym), B - boczne przeguby łokciowe: e - przegub jednoosiowy, f - przegub z przekładnią dźwigniową zwiększającą zakres ruchu przedramienia względem leja, g - przegub z przekładnią zębatą zwiększającą zakres ruchu przedramienia względem leja (u góry zwykły i z zamkiem), h - przegub wspomagany sprężyną spiralną, i - przegub łokciowy czynny z mechanizmem zapadkowym.

- Przeguby biernie blokowane - zabezpieczające przed niezamierzonym ruchem za pomocą zamków suwakowych blokujących ruch jednego z przegubów (przyśrodkowego) z drugim przegubem wolnym, stosowane głównie w kosmetycznych protezach ramienia.

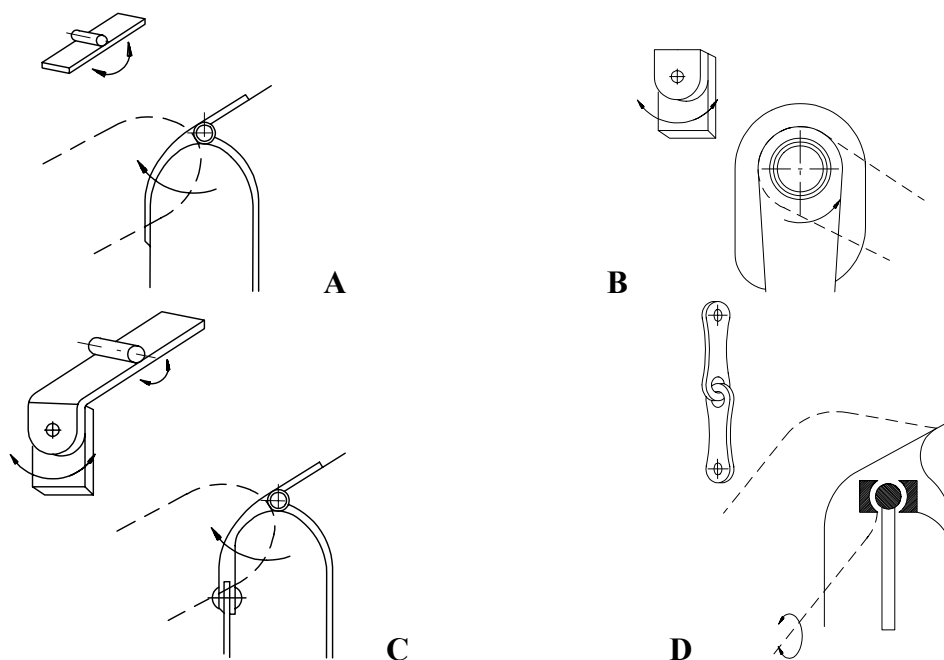
- Przeguby czynne - zabezpieczające przed niezamierzonym ruchem automatycznym zamkiem zapadkowym o działaniu naprzemiennym przy przegubie przyśrodkowym uruchamianym linką czynną, stosowanych w protezach kinetycznych ramienia.

Oprócz najbardziej rozpowszechnionych przegubów monocentrycznych o stałej osi obrotu stosuje się niekiedy przeguby policentryczne o osi przemieszczającej się przy ruchach kątowych, skracające częściowo przedramię stosownie do stopnia zdjęcia łokciowego (rys. 4B).



Rys. 4. Przeguby łokciowe szkieletowe (schemat): A - modułarny automatyczny przegub bezwładnościowy (czynny, jednociegnowy), B - modułarny przegub policentryczny skracający przedramię stosownie do stopnia zgięcia łokciowego.

Ostatnią grupę połączeń ruchowych w protezach kończyn górnych stanowią używane niekiedy przy wyluszczeniach w stawie barkowym przeguby barkowe łączące kapę barkową z układem nośnym segmentu ramiennego. Są one zawsze bierne, zwykle z szynami do połączenia z kapą i konstrukcją ramienia, czasem przystosowane do konstrukcji rurowej (rys. 5).



Rys. 5. Główne formy konstrukcyjne przegubów łokciowych: A - jednoosiowy przegub zawiasowy, B - jednoosiowy przegub obrotowy (obrotnica), C - dwuosiowy przegub Cardana (ruch wielokierunkowy), D - przegub kulowy (sferyczny) z ruchem najbardziej wszechstronnym.

Niekiedy wyposaża się je w mechanizmy cierne kontrolujące swobodę ruchu elementów przegubowych. zależnie od stosowanych rozwiązań można wyróżnić:

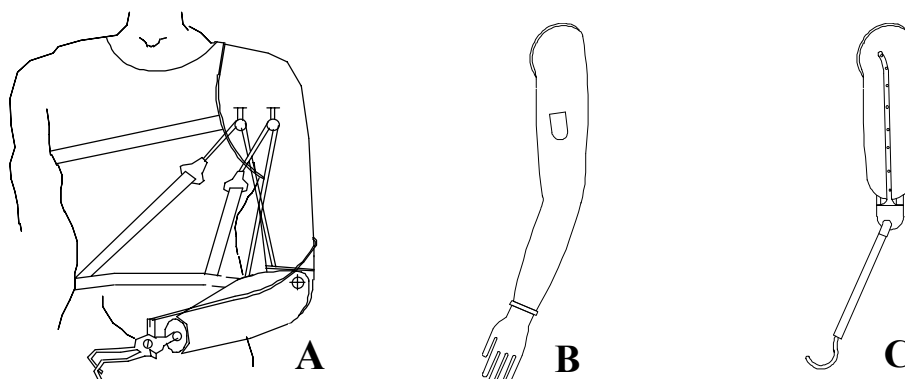
- Przeguby jednoosiowe (zawiasowe) - z ruchem ramienia w płaszczyźnie czołowej (odwodzenie i przywodzenie) bądź obrotowe z ruchem w płaszczyźnie strzałkowej (zgięcie i wyprost ramienia).
- Dwuosiowe (Cardana) - stanowiące połączenie przegubów zawiasowych o obrotowych z odpowiednio większymi możliwościami ruchowymi powiększającymi funkcjonalność i kosmetykę zaopatrzenie.

- Kulowe (sferyczne) - ruchome we wszystkich kierunkach i dysponujące największymi możliwościami ruchowymi, szczególnie dogodne w konstrukcjach typu ruchowego.

Z tego krótkiego siłą rzeczy przeglądu stosowanych w protezycie kończyn górnych wynika obraz możliwości ruchowych protez, ograniczone praktycznie do wykonywania paru zaledwie podstawowych ruchów. Porównanie stopnia ruchliwości protezy (do 3 - 10 stopni swobody, w tym 1 - 3 stopni swobody samej końcówki chwytnej) z ruchliwością naturalnej kończyny (36 stopni swobody, w tym 24 stopnie swobody samej ręki) wskazują, w jak niewielkim stopniu jest ona możliwa do odtworzenia, nawet przy najlepszych konstrukcjach protetycznych.

ZNACZENIE WĘZŁÓW PRZEGUBOWYCH DLA FUNKCJONALNOŚCI PROTEZ

Rodzaj elementów przegubowych stosowanych w konstrukcjach protetycznych, zróżnicowanych pod względem czynnościowym na bierne, poruszane za pomocą ręki zachowanej lub odpowiednich trików wykonawczych i czynne, mające zdolność wykonywania energii ruchów ciała (klasyczne protezy ścięgnowe), lub pochodzące z obcych źródeł (protezy elektryczne i pneumatyczne), warunkuje zarazem wartość protezy. Na podstawie tego kryterium przyjęto wyróżniać wśród protez kończyn górnych odmiany kinetyczne, kosmetyczne i robocze (rys. 6). Kwestia ich wyboru i wykorzystania jest sprawą najściślej indywidualną, zależną od fizycznych i psychicznych możliwości pacjenta, a pozytywne wyniki zaopatrzenia i przyswojenie protezy stanowią powód do satysfakcji, zarówno amputowanego, jak i zespołu protetycznego i rehabilitacyjnego.



Rys. 6. Zasadnicze rodzaje protez kończyn górnych: A - proteza kinetyczna (czynna), B - proteza kosmetyczna (epiteza), C - proteza robocza (bierne końcówki wymienne).

LITERATURA

1. Dega W. (red.): Ortopedia i Rehabiliacja, Warszawa 1983/1984, PZWL.
2. Filatow W.I.: Sprawocznik po pretezirowaniu, Lenidgrad 1978, "Miedicina".
3. Flechter M.J., Wilson A.B.: New Developments in Artificial Arms, Human Limbs and their Substitutes, New York, Toronto, London 1954, Mc Graw-Hill Book Company Inc. s. 270-295.
4. Hepp G., Kuhn G.G.: Upper Extremity Prosthetics International, Proceedings International, Proceedings of the Second International Prosthetics Course, Copenhagen, Denmark, July 30 to August 8. 1959, Copenhagen 1969, s. 133-181.

5. Kondraszyn N.I.: Rukowodstwo po protezirowaniu, Moskwa 1976, "Medicina".
6. Kuhn G.G.: Kunstarmbau in Giessharztechnik, Stuttgart 1968, Georg Thieme Verlag.
7. Marquardt W.: Gliedmassenamputationen und Gliedersatz, Stuttgart 1950, Wissenschaftlich Verlagsgesellschaft M.B.H.
8. Międzybłocki W.: Budowa protez kończy górnych. Mechanizm protez typu czynnego. Protezowanie typu czynnego po amputacji w obrębie kończyn górnych, Warszawa-Poznań 1957, PWWN, s. 15-19.
9. Międzybłocki W.: Zawieszenie i układy sterujące protez kończy górnych typu czynnego. Protezowanie typu czynnego po amputacji w obrębie kończyn górnych, Warszawa-Poznań 1957, PWWN, s. 51-58.
10. Myśliborski T.: Zaopatrzenie Ortopedyczne (Protetyka i Ortodyka), Warszawa 1985, PZL.
11. Prosnak M.: Podstawy Protetyki Ortopedycznej, Warszawa 1988, Centrum Metodyczne Doskonalenia Nauczycieli Średniego Szkolnictwa Medycznego.
12. Taylor C.L.: The Biomechanics of the Normal and of the Amputated Upper Extremity, Human Limbs and their Substitutes, New York, Toronto, London 1954, McGraw-Hill Book Company Inc. s. 169-221.
13. Tosberg W.A.: Upper and lower extremity prostheses, Springfield, Illinois 1962, Charles C. Thomas Publisher.
14. Trebes G., Wolff U., Röttgen H.: Die Armschulung, Stuttgart 1970, Georg Thieme Verlag.
15. Vitali M., Robinson K.P., Andrews B.G., Harris E.E.: Amputacje i protezowanie, Warszawa 1985, PZWL.
16. Zur Verth M.: Kunstglieder und orthopädische Hilfsmittel, Berlin 1941, Verlag von Julius Springer.

THE KIND OF ARTICULATED KINEMATIC PAIRS USED IN THE UPPER LIMBS PROSTHESES.

Summary:

One of the most important structural elements of upper limbs prostheses are articulated kinematic pairs which determine the efficiency and usability of the prostheses.

It is important to stress that the existing solutions enable to make basic movements of a prosthesis essential from the functional point of view. The choice of these elements, always individual and adjusted to a patient is vital for the utilitarian value of the prosthesis and the possibilities of equipping a patient with it.

Recenzent: dr n. med. Janusz Cwanek