

Oddział Rehabilitacyjny, Wojewódzki Szpital Rehabilitacyjny dla Dzieci, Ameryka k/Olsztyna

Ordynator Oddziału: Dr n. med. I. M. Kowalski

Instytut Socjologii, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Olsztyn

Kierownik Instytutu: Prof. dr hab. Z. Karczyńska-Butrym

## Rehabilitacja pourazowa stawu kolanowego

### Post-traumatic rehabilitation of the knee joint

**Słowa kluczowe:** staw kolanowy, trening izometryczny, trening izotoniczny, trening mieszany

**Key words:** knee joint, isometric training, isotonic training, mixed training

#### STRESZCZENIE

Wczesnym leczeniem rehabilitacyjnym objęto 44 pacjentów, w wieku od 5 do 19 lat, po urazach i operacjach stawu kolanowego. Pozytywny wynik leczenia urazów w obrębie stawu kolanowego zależał, między innymi, od leczenia usprawniającego. Wczesne podjęcie ruchu i mobilizacji stawu po urazie i po zabiegu operacyjnym, powoduje szereg pozytywnych zmian fizjologicznych. Ogólny plan leczenia usprawniającego jest uwarunkowany stanem psychicznym pacjenta oraz anatomicznym i funkcjonalnym stawu. Metodyka treningu siły mięśniowej pracą o charakterze izotonicznym lub izometrycznym, powoduje swoiste i nieswoiste zmiany w obrębie układu mięśniowego. Na podstawie oceny zastosowanego treningu izometrycznego i izotonicznego w procesie usprawniania po przebytych urazach i zabiegach operacyjnych stawu kolanowego, stwierdzono większą przydatność treningu o charakterze pracy izometrycznej niż izotonicznej.

Przedstawione opracowanie usprawniania kinezyterapeutycznego, wskazuje na możliwość i konieczność kompleksowego podejścia do rehabilitacji stawu kolanowego. Wielokierunkowość działania pozwala na osiągnięcie lepszych wyników leczenia w krótszym czasie.

#### SUMMARY

Early rehabilitation was administered to 44 patients (ranging in age from 5 to 19) with post-traumatic and post-operational damage to the knee joint. A positive outcome for the treatment of injuries in the vicinity of the knee joint proved to be dependent on rehabilitation treatment, among other factors. Early commencement of movement and joint mobilization after injury and surgical treatment produces a number of positive physiological changes. The overall plan for rehabilitation is conditioned by the patient's psychological condition, and by the anatomical and functional condition of the joint. A methodology based on muscle strength training using isotonic or isometric work causes specific and non-specific changes in the muscular system. On the basis of the isometric and isotonic training used here in the rehabilitation process after trauma and surgery to the knee joint, it was determined that training based on isometric work is more effective in assisting the convalescence of these patients.

The kinesiotherapeutic rehabilitation program presented in this article points up the possibility and necessity to apply a comprehensive approach in the rehabilitation of the knee joint. Multi-directional operations make it possible to achieve better treatment outcomes in a shorter time.

#### WSTĘP

Wynik leczenia urazów stawu kolanowego zależy nie tylko od charakteru doznanego obrażenia, przebiegu leczenia ortopedycznego, ale również od leczenia usprawniającego. W łancuchu, od wypadku do pełnego sukcesu leczniczego, ważnym ogniwem jest rehabilitacja ruchowa [6,7,8]. W urazach stawu kolanowego dochodzi zazwyczaj do uszkodzenia jednostki motorycznej i uszkodzenia aparatu podpórczo-stabilizującego [1, 4,10,12,13]. Długotrwałe unieruchomienie stawu kolanowego jest niekorzystne [17]. Powoduje przykurcz torebkowo-więzadłowy, zanik mięśnia czworogłowego uda, zwłaszcza jego głowy przysródkowej i prostej, zmiany malacyjne chrząstek [17,20]. W leczeniu urazów stawu kolanowego powinno dążyć się do maksymalnego skracania unieruchomienia na korzyść leczenia czynnościowego [14,19,21,22]. Wczesne podjęcie ruchu i mobilizacja mięśniowa zapewnia dobre odżywienie chrząstki, zapobiega powstawaniu przykurczów mięśniowo-więzadłowo-torebkowych, chroni przed zanikami masy mięśniowej, zabezpiecza tkanki przed zbliznowaceniem i przezrostami śródstawowymi, zmniejsza możliwość wystąpienia zapalenia żył, obrzęków, pourazowego zespołu Sudecka, wywiera korzystny wpływ na psychikę pacjenta [2,3,5,10,17]. Całkowity powrót fizjologicznych funkcji mięśnia czworogłowego uda jest tak długo nieosiągalny, jak długo mięsień obszernej przysródkowej nie odzyska pierwotnej masy, siły i wytrzymałości [3,11]. W przeciwieństwie do mięśnia czworogłowego uda, inne mięśnie kończyny dolnej, zwłaszcza zginacze, przez długi czas zachowują prawidłową masę i siłę, a zmiany zanikowe ujawniają się dopiero po długotrwałym unieruchomieniu [17]. Powrót siły mięśniowej osiąga się przez stopniowanie ćwiczeń oporowych, zmuszając do ujawnienia potencjalnych możliwości siłowych mięśnia [9]. W zależności od wyjściowego poziomu sprawności mięśnia czworogłowego uda, ustala się tok postępowania usprawniającego, mającego na celu reedukację mięśnia [3,5,9,14,15,18].

#### METODYKA I MATERIAŁ BADAWCZY

Rehabilitacją leczniczą objęto 44 pacjentów w wieku od 5 do 19 lat, średnio 13,9. Stosunek płci męskiej do żeńskiej wynosił 2:1. Obserwacje prowadzono w latach 1991-2000 w Wojewódzkim Specjalistycznym Szpitalu Dziecięcym w Olsztynie i w Wojewódzkim Szpitalu Rehabilitacyjnym dla Dzieci w Ameryce k/Olsztyna. Szczegółowe cechy grup badawczych ukazuje Tabela 1.

Stosowano podstawowe elementy treningu izometrycznego:

- wielkość napięcia mięśnia była zbliżona do wartości maksymalnej, tzn. 80-100%,
- czas skurczu wynosił 5-6 sekund,
- liczba powtórzeń - każde ćwiczenie powtarzano dwa razy, z przerwą wypoczynkową między ćwiczeniami, wynoszącą 5 sekund,
- liczba ćwiczeń zależała od ogólnego przygotowania pacjenta do treningu i wynosiła od 5 do 10 ćwiczeń,
- przerwy pomiędzy podwójnymi ćwiczeniami - 30-180 sekund i zależały od wielkości grup mięśniowych zaangażowanych w ćwiczeniu,
- liczba serii od 3 do 5.

Ćwiczenia wykonywano codziennie. Stosowano wysiłki i obciążenia podprogowe. Przy występującym bólu mięśniowym, zmniejszano intensywność ćwiczeń lub je przerywano.

Forma ćwiczeń była zbliżona do, spotykanej w praktyce, formy aktywności fizycznej pacjenta.

Obciążenia stopniowano, rozpoczynając od 2-3 sekundowych, bardzo delikatnych napięć. Początkowo niezbyt intensywnie, a następnie wzrastając, pod względem długości i czasu trwania oraz wielkości rozwijanego napięcia. Oddech swobodny. Podstawą tego programu było wykonanie przez chorego, w czasie I i II serii, 10 powtórzeń z 1/2 ustalonego obciążenia i 6 powtórzeń z 3/4 obciążenia.

Ćwiczenia wykonywano, dokładnie zginając staw kolano-wy i prostując go w pełnym zakresie ruchu, ale w niezbyt wolnym tempie. W II i IV serii ważną była liczba powtórzeń z maksymalnym obciążeniem. Dzienny program ćwiczeń, ze wzras-

tającym obciążeniem według Knight'a, obejmował:

- I seria - 1/2 ustalonego obciążenia - 10 powtórzeń,
- II seria - 3/4 ustalonego obciążenia - 6 powtórzeń,
- III seria - pełne obciążenie,
- IV seria - indywidualne dostosowanie obciążenia.

Ogólny plan usprawniania układu mięśniowego w obrębie stawu kolanowego był następujący: w trakcie unieruchomienia stosowano powtarzalne ćwiczenia izometryczne mięśnia czworogłowego uda, kontralateralne i, jeśli było to możliwe, ruchy bierne rzepek poprzez wycięte okienko w opatrunku gipsowym. Po zdjęciu unieruchomienia oceniano stan funkcjonalny mięśnia czworogłowego uda. Przez okres 3-5 dni wykonywano nadal ćwiczenia izometryczne i kontralateralne oraz ćwiczenia wspomagane. Jeżeli siła mięśniowa była na poziomie 1-2 (według skali Lovetta) w obrębie głowy przysródkowej i prostej, to stosowano mobilizującą elektrostymulację, posługując się prądem neofaradycznym falowanym lub prądem diadynamicznym RS. Stosowano również ćwiczenia czynne w odciążeniu. Po osiągnięciu siły mięśniowej 3, stosowano ćwiczenia czynne właściwe. Po osiągnięciu siły mięśniowej 4, stosowano ćwiczenia czynne ze wzrastającym oporem, np. według treningu de Lorme'a i Watkina (14). Po osiągnięciu siły mięśniowej 5, doskonalono szybkość skurczu, zdolność do koncentracji. Stosowano ćwiczenia zręcznościowe, gry i zabawy ruchowe [15,16].

## WYNIKI I OMÓWIENIE

W naszych badaniach, przy zastosowaniu pracy o charakterze statycznym, siła statyczna mięśnia czworogłowego uda wzrosła o 14,8 %, dynamiczna zaś o 11,7%. W pracy o charakterze dynamicznym, siła statyczna wzrosła o 8,3%, a dynamiczna o 14,2% po pięcioletnim okresie rehabilitacji (Tab. 3). Metoda de Lorme'a treningu oporowego, przechodziła ewolucję. Początkowo ustalono program ćwiczeń, który obejmował 7-10 serii odpowiednio dobranych ćwiczeń, po 10 powtórzeń w każdej serii, z odpoczynkiem między seriami. Ostatecznie, według de Lorme'a, stosowano system rozwijania siły w 30 powtórzeniach ćwiczenia, po 10 powtórzeń w każdej serii. W seriach zmieniano tylko opór:

- I seria - 50 % oporu maksymalnego,
- II seria - 75 % oporu maksymalnego,
- III seria - opór maksymalny.

W metodzie tej obciążenie było dobierane tak, aby w ostatniej serii można było wykonać 10 powtórzeń ćwiczenia.

Według wielu autorów, najszybszy przyrost siły mięśniowej osiąga się poprzez ćwiczenia izometryczne z oporem [ 2,3,

Wiek (lata)	Płeć	Liczba	Okres rehabilitacji (tygodnie)	Średnio (tygodnie)
5-7	M	1	8	8
	K	0	-	-
8-10	M	2	4-7	5
	K	0	-	-
11-13	M	3	3-7	5
	K	2	4-8	6
14-16	M	12	3-6	5
	K	3	4-5	5
17-19	M	14	3-6	4
	K	7	3-6	5
Razem		44	3-8	5

Tab. 1. Cechy grup badawczych

Tab. 1. Characteristics of the experimental group

Zespół autorów	Liczba treningów dziennie	Czas I skurczu	Wielkość siły	Skutek treningu siły mięśniowej
Muller	1	6 s	2/3 max	najbardziej skuteczny
Hettinger	1	6 s	1/3 max	nie zwiększa się
Muller	więcej niż 1	6 s	max i więcej	nie zwiększa się
Dash	3	15 s	max	bardzo skuteczny
Person	5 w tyg.	15 s	max	bardzo skuteczny
Petersen	1	15 s	max	nie zwiększa się
de Lorme	10	15 s	max	bardzo skuteczny
Darcus	30 w tyg.	2-6 s	max	skuteczny

Tab. 2. Skuteczność treningu izometrycznego w świetle badań innych autorów

Tab. 2. The effectiveness of isometric training as reported by other authors

4,5,9,11,14,19]. Pięcioletni okres treningu izometrycznego zwykle wystarcza do odbudowy siły mięśnia. Nie oznacza to jednak, że wraca masa mięśniowa mięśnia czworogłowego uda [6,7,8,19,20,21]. Program ten może się zmieniać, w zależności od stanu funkcjonalnego mięśnia. Czas stosowania poszczególnych rodzajów ćwiczeń musi być ustalany indywidualnie [3,5,9,14,21,22]. W okresie kiedy mięsień odzyskuje siłę zbliżoną lub równą sile mięśnia po stronie zdrowej, należy przystąpić do ćwiczeń wytrzymałościowych [9]. W procesie kinezyterapeutycznym należy również zadbać o zdolności koordynacyjne mięśni w pracy synergistycznej i antagonistycznej, poprzez stosowanie ćwiczeń innych zespołów mięśniowych kończyn. Obciążenie statyczne, w treningu izometrycznym, nie powinno przekraczać 15% siły maksymalnej, a jeśli jest ono wyższe, utrzymanie wydolności i wydajności na pożądanym poziomie wymaga planowania dodatkowych przerw wypoczynkowych. Stosując statyczne metody treningu siły, kształtuje się koordynacje śródmięśniowe i międzymięśniowe. W praktyce sportowej istnieją tendencje do stosowania statycznego charakteru pracy, przy kształtowaniu dynamicznych właściwości siły. Szybszy przyrost siły występował, gdy zamiast pracy koncentrycznej lub statycznej, stosowano pracę ekscentryczną.

## TRENING DYNAMICZNY

W pracy dynamicznej przeważają skurcze aukso-toniczne. Polegają one na jednoczesnym wroście napięcia mięśniowego i zbliżeniu do siebie przyczepów mięśni. Można także mówić o skurczach izotonicznych czy izometrycznych, ale czystą pracę mięśnia, opartą o te skurcze, można uzyskać tylko w warunkach laboratoryjnych [21]. Skurcz izotoniczny występuje w warunkach, w których na włókna mięśniowe działa ciąg bodźców, wywołując ich skurcz. Gdy przyczepy końcowe tych włókien nie napotyka na opór, wtedy skracają się, bez zmiany napięcia [4,11,19,20,21,22]. Wysiłki dynamiczne stwarzają sprzyjające warunki miejscowe, gdyż w momentach rozkurczu łatwiej zachodzą procesy odnowy, dobre warunki dla krążenia krwi i oddychania tkankowego. Umożliwia to rozwój tlenowych procesów energetycznych, co, z kolei, wydatnie wpływa na wydajność i czas wystąpienia objawów zmniejszonej efektywności wykonywanej pracy [3,8]. Dlatego praca dynamiczna może być wykonywana dłużej niż praca izometryczna [11,14,21].

## TRENING IZOMETRYCZNY

W pracy statycznej występuje przewaga skurczów izometrycznych. Skurcze, w których oba przyczepy włókien mięśniowych są ustalone, a bodźce, wywołujące skurcz tych włókien, nie doprowadzają do ich skrócenia, wywołują wzrost napięcia. Długotrwałe napięcie mięśniowe, bez przerw wypoczynko-

Liczba badanych	Metoda	Siła statyczna	Siła dynamiczna
22	izotoniczna	8,3%	14,2%
22	izometryczna	14,8%	11,7%

Tab. 3. Skuteczność treningu izometrycznego i dynamicznego w świetle badań własnych

Tab. 3. The effectiveness of isometric and dynamic training as shown by the authors' own research

wych, jest przyczyną wczesnego występowania oznak zmęczenia [9,14,21].

### Zalety treningu izometrycznego

Prostota stosowanych przyborów, wybiórcze oddziaływanie na mięśnie lub mięsień, ekonomiczne wykorzystanie czasu i energii pacjenta, możliwość stosowania w przypadkach organicznej możliwości ruchu, zwiększenie zdolności koncentracji w wysiłku fizycznym, szybki przyrost masy i siły mięśniowej [6,7,8].

### Wady treningu izometrycznego

Praca statyczna, zwłaszcza przy dużym obciążeniu, wykonywana jest w długi tlenowy. Dlatego też, przy tego rodzaju wysiłkach, często stwierdza się większe nasilenie zmian patofizjologicznych po wykonywanej pracy niż w trakcie jej trwania. Zjawisko to, szczególnie często występuje u osób niewytrenowanych i nazywane jest „efektem Lindharda” [21]. Efekt ten występuje również w krótkich i maksymalnych wysiłkach dynamicznych (Tab. 2). Trening izometryczny nie kształtuje zdolności motorycznych. Umożliwia zwiększenie spoczynkowego tonusu mięśniowego, któremu może towarzyszyć trwały przykurcz. Może powodować ucisk na naczynia krwionośne, a tym samym spowodować upośledzenie ukrwienia tkankowego podczas ćwiczeń [17]. System ćwiczeń metodą de Lormy udoskonalili Knight, nazywając go systemem DAPRE (Daf Adjustable Progressive Resistive Exercise – dzienny program ćwiczeń ze wzrastającym obciążeniem) [14,21].

## DYSKUSJA

Wszystkie wymienione metody treningowe są stosowane w praktyce szpitalnego i pozaszpitalnego usprawniania ruchu. W zależności od potrzeb, przeprowadza się wiele modyfikacji w stosunku do pierwotnego wzorca. Jest to naturalne, ponieważ program treningu leczniczego wymaga przemyślanego i umiejętnego włączania go w cały proces leczenia fizjoterapeutycznego. Różnice w postępowaniu szpitalnym i pozaszpitalnym są oczywiste, jednak w praktyce, ogólne zasady postępowania są podobne. Trening siłowy, z punktu widzenia fizjologii wysiłków fizycznych, może być realizowany ćwiczeniami o pracy izotonicznej bądź izometrycznej. W praktyce rehabilitacyjnej nie należy skupiać się na żadnych z nich, bo właśnie wzajemne proporcje określają efektywność stosowanego programu leczniczego. O sprawności stawu kolanowego, obok siły mięśniowej, decyduje również istnienie ruchu. Tylko ćwiczenia dynamiczne, niestandardowe, pozwalają na osiągnięcie wysokiego poziomu koordynacji mięśniowej w każdej podjętej czynności fizycznej. Spór na temat: trening izometryczny czy izotoniczny w usprawnianiu chorego, należy rozstrzygnąć na korzyść tego drugiego. To wybór obciążeń przy kształtowaniu siły jest jednym z głównych zagadnień metodyki jej kształtowania. Silniejsze bodźce wywołują bardziej aktywną reakcję, jednak zbyt silne bodźce wywołują reakcje ujemne. Przy zbyt małych obciążeniach czas, w którym mięsień znajduje się w stanie napięcia, może być tak krótki, że ćwiczenie prawie nie wpłynie na rozwój siły. Przy średnim napięciu, częstotliwość bodźców nie osiąga najwyższej wartości [6,7,8].

Aktywność jednostek motorycznych przeważnie jest asynchroniczna, w miarę zmęczenia jedne wyłączają się z pracy, a zamiast nich funkcjonują inne. W przypadku tym będzie się

doskonalili interwałowy charakter pracy jednostek motorycznych, co wywoła wzrost wytrzymałości, a nie siły mięśniowej [11,14,18,19,20]. Stąd wniosek, że tylko rozwijanie maksymalnych lub submaksymalnych napięć prowadzi do rozwoju siły. Trening siłowy powoduje szczególnie wzrost średnicy włókna mięśniowego. Zwiększa się także procent i szybkość rekrutowanych jednostek motorycznych w czasie skurczu, a także częstotliwość ich pobudzenia. Różne typy jednostek reagują niejednakowo na odmienne ćwiczenia. Trening mięśni prowadzi do zmian cech jednostek ruchowych w kierunku przystosowania ich do narzuconego im obciążenia, ale w granicach możliwych do osiągnięcia przy wyjściowym stanie uwarunkowanym genetycznie [21,22]. Zaniechanie treningu prowadzi do przywrócenia stanu wyjściowego. W treningu fizycznym nie można rozwijać wyizolowanej cechy motorycznej człowieka. Trening siłowy rozwija przede wszystkim siłę, w mniejszym stopniu szybkość, a hamuje rozwój wytrzymałości. Trening wytrzymałości wpływa na poziom samej wytrzymałości, a w mniejszym stopniu na siłę i szybkość. Trening szybkości jest treningiem najbardziej „uniwersalnym”, bo wpływa pozytywnie na poziom szybkości, siły i wytrzymałości [2,4,5,9,11,14,17,19,21].

Przedstawione, w niniejszym opracowaniu, przykłady leczenia fizycznego nie wyczerpują zagadnienia, wskazują jednak na możliwość i konieczność podejścia kompleksowego do problemu leczenia usprawniającego w obrębie stawu kolanego. Wielokierunkowość działania pozwala na osiągnięcie lepszych wyników, w krótszym czasie.

## WNIOSKI

1. W procesie kształtowania siły mięśni stawu kolanego, metodą izotoniczną uzyskuje się większy wzrost siły dynamicznej w porównaniu do siły statycznej.
2. Trening mięśni stawu kolanego metodą izometryczną powoduje większy wzrost siły statycznej w porównaniu do siły dynamicznej.
3. W początkowym okresie usprawniania stawu kolanego, trening siły mięśniowej metodą izometryczną pozwala skrócić okres rekonwalescencji pacjentów po urazach stawu kolanego.
4. Trening izometryczny siły mięśniowej, w procesie usprawniania stawu kolanego, jest skuteczniejszy w porównaniu z wysiłkami fizycznymi o charakterze izotonicznym.

## PIŚMIENICTWO

1. Badner N.H., Bourne R.B., Rorabeck C.H., Doyle J.A., Addition of morphine to intra-articular bupivacaine does not improve analgesia following knee joint replacement. *Reg. Anesth.*, 22 (4), 347-350, 1997.
2. Bauth J.C., Malone D.G., Vilas A.C., Effects of exercise on knee joints with osteoarthritis: a pilot study of biologic markers. *Arthritis. Care. Reh.*, 10(1), 48-55, 1997.
3. Cheng C.K., Yao N.K., Lin H.C., Weight bearing influence on knee joint bony contact movements: an in vivo video - fluoroscopy study. *Proc. Natl. Sci. Coun. Republ. China. B.*, 21/1, 20-25, 1997.
4. Fuchs S., Thorwesten L., Niewerth S., Jerosch J., Proprioceptive capacities of the knee joint with and without endoprosthesis. *Z Orthop. Ihre. Grenzgeb.*, 135(4), 335-340, 1997.

5. Goertzen D.J., Budney D.R., Cinats J.G., Methodology and apparatus to determine material properties of the knee joint meniscus. *Med. Eng. Phys.*, 19(5), 412-419, 1997.

6. Grootel K., Celichowski J., Organizacja mięśnia i sterowanie ruchem. *MPS AWF.*, 43, Poznań 1992.

7. Gruber G., Konermann W., Muller-Miny H., Gruber G.M., Standardized ultrasound study of knee joint. *Ultraschall. Med.*, 18(2), 52-61, 1997.

8. Karlsson A., Lanshammar H., Persson T.: Estimation of the knee joint location using colour video. *Int. J. Med. Inf.*, 45(3), 163-174, 1997.

9. Kellis E., Baltzopoulos V., The effects of autogonist moment on the resultant knee joint moment during isokinetic testing of the knee extensors. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 76(3) 253-259, 1997.

10. Kuś M.W., Urazowe uszkodzenia kolana. *PZWL Warszawa* 1984.

11. Malarecki I., Zarys fizjologii wysiłku fizycznego i treningu sportowego. *SiT.*, Warszawa 1981.

12. Merida-Valasco J.R., Sauchez-Moutesis J., Espin-Ferra J., Marida-Velasco J.R., Rodriguez-Vasquez J.F., Jimenez-Collorodo J., Development of the human knee joint ligaments. *Anat. Rec.*, 248(2), 259-568, 1997.

13. Merida-Velasco J.A., Sauchez-Montesinos J., Espia-Ferra J., Rodriguez-Vasquez J.F., Merida-Velasco J.R., Jimenez-Collorodo J., Development of the human knee joint. *Anat. Rec.*, 248(2), 269-78, 1997.

14. Miltner O., Schneider V., Graf J., Niethard F.V., Influence of isokinetic and ergometric exercises on oxygen partial pressure measurement in the human knee joint. *Adv. Exp. Med. Biol.*, 411, 183-189, 1997.

15. Mrozkowiak M., Kowalski I.M., Modyfikacja procesu fizjoterapeutycznego stawu kolanego metodą Shelbourne. *Rocz. Med.*, 6(1), 183-189, 1998.

16. Mrozkowiak M., Kowalski I.M., Rehabilitacja stawu kolanego po płastyce więzadła krzyżowego przedniego metodą Shelbourne. *Post. Rehab.*, 12 (3), 37-46, 1998.

17. Odyński B., Usprawnianie stanów pooperacyjnych w obrębie stawu kolanego. *PZWL Warszawa*, 1978.

18. Reed B., Ashikago T., The effects of heating with ultrasound on knee joint displacement. *J. Orthop. Sports. Phys. Ther.*, 26(3), 131-137, 1997.

19. Reinschmidt C., van-den Bogert A.J., Nigg B.M., Lundberg A., Murphy N., Effects of skin movement on the analysis of skeletal knee joint motion during running. *J. Biomech.*, 30(7), 729-732, 1997.

20. Salai M., Ganel A., Horoszowski H., Fresh osteochondral allografts at the knee joint: good functional results in a follow up study of more than 15 years. *Arch. - Orthop. Trauma. Surg.*, 116(6-7), 423-425, 1997.

21. Schneider V., Miltner O., Graf J., Thomsen M., Niethard F. U., Mechanism of action of hyaluronic acid in gonarthrosis of both knee joint in a right left comparison. Study with dynamometry, oxygen partial, pressure, temperature and Leguesne score. *Z. Orthop. Ihre. Grenzgeb.*, 135(4), 34-347.

22. Sharma L., Pai Y.C., Holtkamp K., Rymer W.Z., Is knee joint proprioception worse in the arthritic knee versus the unaffected knee in unilateral knee osteoarthritis? *Arthritis. Rheum.*, 40(8), 1518-1525, 1997.

*Adres do korespondencji / Address for correspondence*

*dr n. med. Ireneusz M. Kowalski*

*Wojewódzki Szpital Rehabilitacyjny dla Dzieci w Ameryce 11-015 Olsztyn*

*Otrzymano / Received*

*10.08.2000 r.*

*Zaakceptowano / Accepted*

*03.09.2000 r.*