

## Analiza wpływu wybranych czynników na postęp w ortotyce dystalnych części kończyn u osób dorosłych

The Analysis of the Impact of the Chosen Factors on the Orthotics Progress in the Distal Parts of the Limbs in Adults

numer DOI 10.2478/physio-2013-0050

Zofia Nowicka<sup>1</sup>, Karolina Więckowska<sup>1</sup>, Zdzisława Wrzosek<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Katedra Ortopedii i Traumatologii Narządu Ruchu, Zakład Rehabilitacji, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu  
Department of Orthopaedic and Traumatology of Locomotor System, Department of Rehabilitation, Wrocław Medical University

<sup>2</sup> Katedra Fizjoterapii i Terapii Zajęciowej w Dysfunkcjach Narządu Ruchu, Akademia Wychowania Fizycznego we Wrocławiu  
Department of Physiotherapy and Occupational Therapy in Locomotor Dysfunction, The University School of Physical Education

### Streszczenie:

Ortotyka jest jednym ze środków oddziaływania w rehabilitacji i warunkuje funkcjonalną wydolność poszkodowanego [1]. Aby mogła spełniać taki cel musi ulegać ciągłym modyfikacjom. Postęp w tej dziedzinie warunkuje szereg czynników, wśród których wymienić można: postęp technologiczny, zwiększoną ilość skomplikowanych urazów, wzrost chorób cywilizacyjnych (choroby naczyniowe, nowotwory, choroby neurologiczne, osteoporoza, cukrzyca), w których współczesne leczenie uwzględnia zastosowanie ortez, interdyscyplinarność przejawiającą się tworzeniem zespołów badawczo-naukowych, wzrost oczekiwań pacjentów w zakresie doskonalenia tego rodzaju zaopatrzenia pod względem funkcjonalnym i kosmetycznym.

**Słowa kluczowe:** orteza ręki, orteza stopy, standaryzacja i indywidualizacja ortez

### Abstract:

The orthotics is one of the means of impact in rehabilitation and it determines the functional efficiency of the patient [1]. To be able to achieve that aim it must change constantly. Progress in this area is determined by a number of factors including: technological progress, increasing number of injuries, sometimes very complex, increase in diseases of affluence (vascular diseases, cancer, neurological diseases, osteoporosis, diabetes mellitus), where orthoses may be applied during the treatment, interdisciplinarity manifested in the creation of science research teams, increasing expectations of the patients for the equipment improvement in a functional and cosmetic aspect.

**Key words:** hand orthosis, foot orthosis, the standardization and the individualization of orthoses

### Wstęp

Każdego roku 75 milionów osób na świecie doznaje różnego rodzaju obrażeń, z czego co dziesiąty (od 10-30%) pozostaje dotknięty niepełnosprawnością pourazową. Liczba ta stanowi istotny problem społeczny, ekonomiczny i zdrowotny, ponieważ dotyczy zarówno osób starszych i nieaktywnych, jak i młodych o dużej aktywności fizycznej i zawodowej [2]. Rozwój społeczno-ekonomiczny w świecie spowodował zmiany w sytuacji zdrowotnej. Efektem populacyjnym tych zmian są choroby cywilizacyjne (wg WHO) [3].

Wzrastająca urazowość, duża liczba osób z chorobami naczyniowymi, nowotworami, cukrzycą wpływa na wzrost zapotrzebowania na zaopatrzenie ortotyczne [4].

### Introduction

Every year, 75 million people in the world suffer from all sorts of injuries, of which one in ten (10-30%) is affected by a post-traumatic disability. This number is an important social, economic and health problem, as it concerns both the inactive elderly, as well as young people with high occupational and physical activity [2]. Socio-economic development in the world led to changes in health situation. The effects of these changes in population are diseases of affluence (according to WHO) [3].

Increasing traumatism, a large number of people with vascular diseases, cancer or diabetes, increases the need for orthotic supplies [4].

Ciągły wzrost oczekiwań i wymagań co do funkcjonalności, aktywności zawodowej i pozazawodowej wymusza doskonalenie różnorodnego rodzaju sprawności. Ta tendencja objęła również ortozy. Dotychczasowe wymagania i oczekiwania wobec ortoz, takie jak: odciążenie w celu zmniejszenia bólu, korekcja (profilaktyka), stabilizacja, zostały poszerzone o: funkcjonalność, efekt kosmetyczny, wysoki komfort oraz możliwość wczesnego uruchomienia pacjenta.

Autorzy przedstawili w pracy zmiany w ortotyce pod wpływem różnych czynników: postępu technologicznego, urazowości, występowania chorób cywilizacyjnych, interdyscyplinarności oraz wzrostu oczekiwań pacjentów.

Dane do pracy zaczerpnięto z literatury, przeanalizowano bazę danych Medline za pośrednictwem Pubmed, wykorzystując słowa kluczowe: orteza ręki, orteza stopy, zaopatrzenie ortopedyczne, choroby cywilizacyjne, choroby reumatoidalne, choroby neurologiczne, starzenie się, urazy, nowotwory, postęp technologiczny, interdyscyplinarność, ortozy w różnych stanach chorobowych, standaryzacja ortoz, indywidualizacja ortoz (stan przed dniem 15 grudnia 2013 r.).

Spośród wyszukanych tytułów wybrano i poddano analizie kilkanaście opracowań, w artykule przedstawiono jej wyniki. Uwzględniono także oferty firm ortopedycznych. Za osoby dorosłe uznano osoby, które ukończyły 21-szy rok życia.

Częstość potrzeby doboru ortoz kończyn górnych i dolnych związana jest z dużym odsetkiem urazowości tych części narządu ruchu. Autorzy mają świadomość wielkości udziału osiowego układu ruchu w omawianym zagadnieniu, będzie on przedmiotem odrębnego opracowania.

## Ukierunkowanie ortoz w zależności od przyczyn dysfunkcji

Postęp technologiczny, rozwój medycyny, starzenie się społeczeństwa, wydłużenie życia i aktywności zawodowej, choroby cywilizacyjne oraz globalizacja, wyznaczają zadania jakie muszą spełniać współczesne ortozy.

Właściwe określenie zakresu i specyfiki potrzeb pacjenta determinuje dobór materiału oraz technologii tworzenia i stanu klinicznego pacjenta. Stan ten uwarunkowany jest rodzajem i obszarem patologii. Dla przybliżenia tej tematyki omówiono poniżej najbardziej reprezentatywne i najczęściej występujące ich skutki w dystalnych częściach kończyn.

## Przegląd ortoz stosowanych współcześnie

### Ortozy stosowane w aktywacji pourazowej

Przykładem wielokierunkowych działań i uwzględnienia wspomnianych potrzeb jest pneumatyczna, półsztywna orteza. Jej funkcją jest odciążenie, stabilizacja oraz zwiększone poczucie bezpieczeństwa i wysoka efektywność. Jej budowa umożliwiła redukcję obrzęku oraz wpływa na minimalizację utraty potencjału neuromotorycznego umożliwiając szybką aktywację ruchową [5].

Przykładem ortozy stosowanej w przypadku pourazowego biernego wspomagania ograniczonych ruchów w stawach ręki jest aparat sprężynowy Capenera. Jest to elastyczna orteza dynamiczna palca, oparta na układzie trzech przeciwstawnych sił, wykonana z dwóch stalowych drutów sprężynowych zwiniętych w środku na wzór sprężyny zegarowej. Jest przykładem ścisłej indywidualizacji ortozy z zachowaniem ruchomości pozostałych stawów (ryc.1) [6].

Continuous growth of expectations and requirements for functionality, professional and non-professional activity, forces the improvement of efficiency of various kinds. This trend also includes orthoses. Existing requirements and expectations related to orthoses, such as relief from pain, correction (prophylaxis), stabilization, have been extended with: functionality, cosmetic effect, comfort and the possibility to quickly mobilize the patient.

The authors in this work present changes in orthotics caused by the influence of various factors: technological progress, traumatism, growth of diseases of affluence, interdisciplinarity and increasing expectations of patients.

The data was taken from literature, a Medline database was analyzed via PubMed using the keywords: hand orthosis, foot orthosis, orthopaedic equipment, diseases of affluence, rheumatoid diseases, neurological diseases, aging, trauma, tumours, technological progress, interdisciplinarity, orthoses in various disease states, standardization of orthoses, individualization of orthoses (state before 15 December 2013).

Among the selected titles, several studies were chosen and analyzed. This article presents the results. Orthopaedic companies offers were also included. People who completed 21st year of life were considered adults.

The frequency of need for selection of upper and lower limbs orthoses is associated with a high percentage of traumas of these locomotor system parts. The authors are aware of the extent of involvement of the axial skeleton in this issue. It will be a subject of a separate study.

## Selection of orthoses depending on the dysfunction cause

Technological progress, development of medicine, aging, life and professional activity time extension, diseases of affluence and globalization, define the tasks to be fulfilled by modern orthoses.

Proper identification of the scope and character of needs of the patient determines the choice of material and development technology as well as the clinical condition of the patient. This condition is dependent on the type and area of pathology. To familiarize the subjects, below we discussed most representative and most frequent of their effects in the distal parts of the limbs.

## Overview of orthoses used today

### Orthoses used in the post-traumatic activation

An example of multidirectional actions and taking mentioned needs into account is a pneumatic, semi-rigid orthosis. Its function is to relieve, stabilize and to increase sense of safety and achieve high efficiency. Its construction makes it possible to reduce swelling and minimize the impact of loss of neuromotor potential, enabling rapid activation of movement [5].

An example of orthoses used in the case of post-traumatic passive support for limited movements of the joints of a hand is the Capener splint. It is a dynamic, flexible finger orthosis, based on three opposing forces, made of two steel coil spring, resembling a clock spring. It's an example of strict orthosis customization, while maintaining mobility of the other joints [Fig.1] [6].



Ryc. 1. Aparat sprężynowy Capenera  
Fig. 1. The Capener splint

Źródło: <https://www.alphasport.com.au/product/WEB-DLSCEA>  
Source: <https://www.alphasport.com.au/product/WEB-DLSCEA>

Dokładne ukierunkowanie ortezy na dysfunkcyjną okolicę, umożliwia zredukowanie ciężaru do minimum oraz pozostawienie funkcji pozostałych stawów. Jednym z kierunków rozwoju ortez jest ścisła indywidualizacja kształtu według potrzeb pacjenta, tak żeby została zachowana jak najwyższa ruchomość w pozostałych stawach. Sam etap procesu leczenia i rehabilitacji również determinuje dobór ortezy pod względem roli jaką ma spełniać (funkcjonalna, odciążająca, korygująca) [7].

Ocena zasadności zastosowania zaopatrzenia ortopedycznego jest wynikiem wnikliwej diagnozy pacjenta na podstawie badania oraz prognozy jego powrotu do zdrowia. Efektem jest dobór sprzętu bezpiecznego i funkcjonalnego, pozwalającego na realizację celów profilaktycznych oraz umożliwiający zwiększenie sprawności i osiągnięcie wyższych etapów rehabilitacji. Dąży się do jak najbardziej zindywidualizowanego doboru ortezy uwzględniając potrzeby pacjenta.

Standaryzacja systemów ortotycznych i szerszego wykorzystania systemów modułarnych umożliwiła stosowanie zaopatrzenia ortotycznego we wczesnym etapie proces usprawniającego leczniczego. Będąc wynikiem tego niższe koszty produkcji pozwoliły na większą dostępność sprzętu [8]. Postęp w dziedzinie ortotyki klasycznej pasywnej, nadal najbardziej powszechnej, zmierza do optymalizacji konstrukcyjno-materiałowej. Konsekwencją tych działań jest redukcja ciężaru z zachowaniem niezbędnej wytrzymałości, poprawa higieny aparatów, właściwości funkcjonalnych oraz lepsza stymulacja aferentna.

### Ortezy w nowotworach

W konsekwencji starzenia się ludności oraz oddziaływania licznych karcynogenów szacuje się, że zachorowalność na nowotwory w ciągu najbliższych 20 lat wzrośnie dwukrotnie. Choroby nowotworowe są jedną z chorób cywilizacyjnych i w krajach rozwiniętych stanowią drugą w kolejności przyczynę zgonów [9-10].

Ortezy w nowotworach są stosowane w leczeniu paliatywnym jako środek do złagodzenia bólu i poprawy stanu funkcjonalnego. W leczeniu pooperacyjnym mają zapobiegać przykurczom i chronić ranę przed nieumyślnym rozciągnięciem, szczególnie kiedy linie cięcia krzyżują staw oraz kiedy okolica jest poddawana napromienianiu. Zapewniają one bezpieczeństwo wykonywanych ćwiczeń dostosowując możliwości ruchu do aktualnego poziomu leczenia oraz chronią przed złamaniami patologicznymi [11].

Nowotwory kończyn dolnych zazwyczaj są dużych rozmiarów ponieważ ich rozwój jest maskowany przez dużą

Precise targeting of the orthosis on the dysfunctional area can reduce weight to a minimum, and maintain the functions of the other joints. One of directions of orthoses development is a strict customization of the shape to the patient's needs, so that the highest mobility possible in other joints is preserved. The very process of treatment and rehabilitation can also determine the choice of an orthosis, depending on function it is supposed to have (functional, pressure-relieving, corrective) [7].

Evaluation of the applicability of orthopaedic equipment results from a careful diagnosis of a patient on the basis of examination and prediction of his recovery. The result is selection of equipment that is safe and functional, allowing to achieve preventive objectives and allowing to increase the efficiency and achieve higher stages of rehabilitation. The aim is to make the selection of orthosis as personalized as it's possible, addressing the needs of a patient.

Standardization of orthotic systems and greater use of modular systems have allowed the use of orthotic equipment early in the rehabilitation process. In a result of lower production costs, equipment is now more available. Progress in the field of classic passive orthotics, still the most common type, aim to optimize the construction and materials. The consequence of these actions is reduction of weight, while maintaining necessary endurance, improved hygiene, functional properties and afferent stimulation of orthoses.

### Orthotics in tumours

As a consequence of population aging and the impact of a number of carcinogens, it is estimated that the incidence of cancer in next 20 years will double. Cancer is one of the diseases of affluence and is the second largest cause of death in developed countries [9-10].

Orthoses in tumours are used in palliative treatment for pain relief and improvement of the functional status. In post-surgical treatment, their function is to prevent contractures and protect the wound from unintentional stretching, especially when cutting lines cross the joint or when the area is exposed to irradiation. They provide safety of conducted exercises by adapting movement to the current stage of treatment and protect against pathological fractures [11].

Lower limbs tumours are usually large, because their development is masked by the large mass of muscle tissue. When removing the quadriceps because of tumours, two weeks after the surgery a dual-channel metallic AF may be temporarily used to block dorsiflexion and allow 5 degrees of plantar flexion [Fig. 2]. Specificity of the disease forces lightness of the orthosis (change in the technology), possibility of correction with a control of motion range.

On hand and forearm, stabilizers are used: splints and casts, on wrist and fingers, allowing to preserve the hand grip. Splints have a large stabilizing and correction potential, and thanks to Velcro, are easily operated with one hand [8].

### Orthoses in neurological conditions

Patients with damaged central nervous system and peripheral nerves, require continuous improvement and seeking better designs, which results in a large variety of devices available on the medical market. Patients with neurological disorders, already during the hospital stay, often need orthopaedic equipment involved in their healing process. It is used and adapted for example in gait training [12]. Different forms and shapes of AFO stabilizers (Ankle Foot Orthosis)



Ryc 2. Orteza AFO stosowana na noc, w przypadku opadającej stopy  
 Fig. 2. The AFO orthosis applied for the night, in case of foot drop

Źródło: <http://www.cocwindsor.com/ecom.asp?pg=ankle-foot-orthoses>  
 Source: <http://www.cocwindsor.com/ecom.asp?pg=ankle-foot-orthoses>

masę tkanki mięśniowej. W przypadku usunięcia mięśnia czworogłowego uda z powodu guzów stosuje się czasowo, po 2 tygodniach od zabiegu chirurgicznego, metalową ortezę kostka-stopą (a dual-channel metallic AFO), by zablokować zgięcie grzbietowe i pozwolić na 5 stopni zgięcia podszwowego [ryc.2]. Specyfika choroby wymusza lekkość aparatu (zmiana technologii wykonania), możliwość korekcji z kontrolą zakresu ruchu.

Na dłoni i przedramieniu stosuje się stabilizatory w postaci szyn i łusek na nadgarstek i palce umożliwiając zachowanie funkcji chwytnej ręki. Szyny charakteryzują się dużą możliwością stabilizacji, korekcji oraz przy pomocy rzepów łatwiej obsługiwane są jedną ręką [8].

### Ortezy w schorzeniach neurologicznych

Pacjenci z uszkodzeniem ośrodkowego układu nerwowego i nerwów obwodowych wymagają ciągłego udoskonalania i poszukiwania lepszych konstrukcji, czego wynikiem jest duża różnorodność urządzeń dostępnych na rynku medycznym. Pacjenci ze schorzeniami neurologicznymi, już w czasie pobytu w szpitalu niejednokrotnie potrzebują zaopatrzenia ortopedycznego, uwzględnianego w ich procesie leczenia. Jest ono wykorzystywane i dostosowywane np. podczas nauki chodu [12]. Stosuje się u nich w różnych formach i postaciach stabilizatory AFO (Ankle-Foot Orthosis). Używane są również łuski termoplastyczne do buta oraz podciągi sprężynowe, or-



Ryc 3. Funkcjonalna elektrostymulacja (FES)  
 Fig. 3. The Functional Electrical Stimulation (FES)

Źródło: [http://www.assistivetechneologyclinic.ca/services\\_gait.html](http://www.assistivetechneologyclinic.ca/services_gait.html)  
 Source: [http://www.assistivetechneologyclinic.ca/services\\_gait.html](http://www.assistivetechneologyclinic.ca/services_gait.html)

are used. There are also thermoformed shoe inserts, modified Oppenheimers, electrical orthoses (STEP), temporary or constant flexible knee and forearm splints [13].

It is desired to optimize the functionality of orthotic equipment in such way that the compensation of neurological or structural deficits was as full as possible for the patient. Orthosis should be easy to use and do not cause adverse reactions arising from long-term contact with body tissues [14].

Works in this direction are conducted in many centres in the world and focus on optimizing the FES control systems (functional electrical stimulation), searching for effective methods of stimulating paralyzed muscles, which would allow a wider clinical use of these systems [15]. An example of strict targeting of orthosis on the needs of the patient is a stimulator (FES), which is used i.a. to force functions of the fibularis muscles while transferring patients with a foot drop [16,17].

FES involves the restoration of lost effector functions by stimulating the muscles or the nerves responsible for their stimulation, with a series of adequate electrical pulses. Thus, the patient is able to perform movements, so far impossible due to the lack of a physiological response, natural outflow [Fig.3] [13].

In patients with hemiparesis with upper limb dysfunction, casts and slings are most commonly used. Stabilizing splints for upper limbs used in patients suffering from

tezy elektryczne (STEP), sprężyste stabilizatory boczne, które są przymocowane czasowo lub na stałe [13].

Dąży się do optymalizacji funkcjonalnej sprzętu ortotycznego tak, aby kompensacja ubytków neurologicznych lub strukturalnych była jak najpełniejsza w odczuciu pacjenta. Stosowana orteza powinna być łatwa w obsłudze i nie powodować odczynów niekorzystnych wynikających z jej długotrwałego kontaktu z tkankami organizmu [14].

Prace w tym kierunku prowadzone są w wielu ośrodkach na świecie i koncentrują się na optymalizacji systemów sterowania FES (funkcjonalna stymulacja elektryczna), poszukiwaniu efektywniejszych metod pobudzania porażonych zespołów mięśniowych, co pozwoliłoby na szersze wykorzystanie kliniczne tych systemów [15]. Przykładem ściślego skierowania ortozy na potrzebę pacjenta jest stymulator (FES), który wykorzystuje się m.in. do wymuszania funkcji grupy strzałkowej u pacjentów z opadającą stopą w fazie przenoszenia [16,17].

FES wiąże się z odtworzeniem utraconej funkcji efektora poprzez stymulację mięśni lub nerwów odpowiedzialnych za ich pobudzenie ciągiem odpowiednio uformowanych impulsów elektrycznych. W ten sposób pacjent jest w stanie wykonać ruchy, dotąd niemożliwe ze względu na brak odpowiedzi fizjologicznej, naturalnej impulsacji [ryc.3] [13].

U chorych z niedowładem połowicznym z dysfunkcją kończyny górnej najczęściej wykorzystuje się łuski, podwieszki, temblaki. Szyny stabilizujące kończyny górne stosowane u pacjentów po udarach pełnią rolę profilaktyczną przeciwko przykurczom, także stabilizują i korygują przedramię i rękę. Łatwość obsługi jedną ręką oraz dopasowanie do prawej lub lewej ręki umożliwia swobodne zastosowanie [7].

### Ortezy w leczeniu cukrzycy

W ostatniej dekadzie do grupy chorób cywilizacyjnych dołączyła cukrzyca. Obecnie na świecie choruje około 170 mln osób, w Polsce liczbę tę szacuje się na około 1,6 mln chorych. Rozwój cukrzycy w populacji światowej wykazuje tendencję wzrostową, a prognozy wskazują, iż w 2030 roku liczba osób chorujących może przekroczyć 360 mln chorych. Wiek stanowi istotny czynnik predykcyjny występowania cukrzycy, zwłaszcza u osób powyżej 65 roku życia [18].

Orteza zaprojektowana specjalnie do realizacji potrzeb pacjentów z cukrzycą, posiada grubszą podszewkę oraz dwie podkładki wewnętrzne o odpowiedniej konsystencji materiału. Zestaw ten umożliwia odciążenie kończyny oraz zredukowanie punktów nacisku na podszewkę stopy. Optymalną stabilizację zapewnia czterokomorowy system poduszek powietrznych dopasowywany do indywidualnych potrzeb pacjenta za pomocą pompki ręcznej [19].

### Ortezy w chorobach reumatoidalnych.

Ścisła indywidualizacja ortez ręki jest również widoczna w chorobie reumatoidalnej (RZS), której obraz determinuje dobór ortez ze względu na swoją specyfikę, okresy zaostrzeń i remisji. Patomechanizm zmian w ręce spowodował zastosowanie rozwiązań konstrukcyjnych w zaopatrzeniu ortopedycznym. Przykładem stosowanych ortez są: orteza obrączkowa typu Lesiak (w przypadku braku kompensacyjnego odchylenia nadgarstka), typu Swanson (w deformacji palca typu łabędzia szyja) oraz na palec butonierkowaty. W leczeniu zachowawczym odgrywają one istotną rolę [20]. Pełnią one funkcję stabilizacyjną, odciążającą, utrwalającą i kontrolującą zakres ruchu w stawach i funkcję zapobiegawczą oraz przeciwbólową.

Ortezy z materiału termoplastycznego (ryc. 5.) odgrywają szczególną rolę w chorobach reumatycznych. Stosowa-

apoplexy act as prophylactic means against contractures, they also stabilize and correct the forearm and hand. Ease of use with one hand and the adjustment to the right or left hand allows easy usage [7].

### Orthoses in treatment of diabetes

In the last decade, the group of diseases of affluence was joined by diabetes. Currently, there are around 170 million people suffering from diabetes in the world. In Poland this figure is estimated at about 1.6 million patients. The growth of diabetes in the world's population is increasing, and prognoses say that in 2030 the number of diabetics will exceed 360 million. Age is an important predictor of diabetes, especially in people aged over 65 years [18].

The orthosis is designed specifically to meet the needs of patients with diabetes, has a thicker sole and two internal pads of suitable material consistency. This kit relieves a limb and reduces pressure points on the sole of the foot. The optimal stabilization is provided by four-chamber air-bag system tailored to the individual needs of a patient using a hand pump [19].

### Orthoses in rheumatic diseases.

Accurate hand orthoses individualization is also visible in rheumatoid arthritis (RA), which determines the selection of orthoses due to its specificity, periods of exacerbation and remission. Pathomechanism of changes in hands caused application of constructional solutions in the orthopaedic equipment. Examples of orthoses used are: wrist orthosis (in absence of wrist abduction), Swanson type (swan neck deformity of fingers) and orthoses for the boutonniery finger. They play an important role in conservative treatment [20]. They have many functions: stabilizing, relieving, strengthening and



Ryc. 4. Orteza stopowo-goleniowa dla diabetyków  
Figure 4. The foot-shin orthosis for diabetics

Źródło: <https://www.sklepmedicast.pl/szukaj?ph=orteza%20stopowo-goleniowa%20dla%20diabetyk%C3%B3w>  
Source: <https://www.sklepmedicast.pl/szukaj?ph=orteza%20stopowogoleniowa%20dla%20diabetyk%C3%B3w>

ne są często w deformacjach ręki reumatoidalnej [21]. Ich ogromną zaletą jest fakt, że mogą być formowane indywidualnie do każdego chorego, z uwzględnieniem kształtu okolicy i indywidualnej budowy ciała oraz twardości i sztywności. Materiał pozwala na wykonywanie zdjęć rentgenowskich bez zdejmowania ortozy.

W RZS najczęściej stosowaną ortezą kończyny dolnej jest stabilizator stawu kolanowego. Jeśli chodzi o części dyszalne kończyn dolnych - to używane u dorosłych są łuski spoczynkowe, mające na celu utrwalenie efektu leczenia usprawniającego. Są to łuski typu tylnego lub przedniego w pełnym wyproście stawu kolanowego.

Powszechnie wykorzystuje się tworzywa termoplastyczne i chemoutwardzalne oraz oparte na włóknach węglowych łączące cechy wytrzymałości i lekkości [22].

Obecna optymalizacja ortez dąży do redukcji skutków ubytków neurologicznych i strukturalnych. Umożliwiają one pacjentowi łatwą obsługę ortez, minimalizując niekorzystne odczyny skórne, będące wynikiem długotrwałego kontaktu z materiałem .

### Ortezy dla osób w podeszłym wieku

Osoby w podeszłym wieku wśród usprawnianych pacjentów stanowią dużą grupę . W ostatnich latach, wraz z postępem medycyny i techniki, stale rośnie odsetek ludności powyżej 65 roku życia. Procesy towarzyszące starzeniu powodują obniżenie wytrzymałości mechanicznej narządu ruchu. Nawet niegroźny upadek może spowodować rozległe uszkodzenia kości i tkanek miękkich. Ortezy stosowane w tej grupie pacjentów powinny być lekkie, łatwe w obsłudze i funkcjonalne.

Złamania u tych osób występują najczęściej w obrębie nasady dalszej kości promieniowej. Mimo tej lokalizacji złamania, osoby nią dotknięte traktują daną sytuację jako chorobę obłożną. Następstwa hipokinezy powodują wydłużenie procesu rehabilitacji.

Najczęstszą przyczyną ortopedyczną, z jaką pacjenci w podeszłym wieku zgłaszają się na rehabilitację, jest choroba zwyrodnieniowa stawów. Stanowi ona główną przyczynę niepełnosprawności wśród osób powyżej 65 roku życia. Również osteoporoza i osteopenia są czynnikami uwzględnianymi podczas tworzenia ortez dla tych osób.

W rehabilitacji pacjentów ortopedycznych w podeszłym wieku z reguły nie spotyka się takich trudności, jak w rehabilitacji pourazowej. Tutaj leczenie jest świadome i dobrowolne, a nie, jak w rehabilitacji pourazowej, będące koniecznością wynikającą z następstw urazu. Raczej nie spotyka się pacjentów z ewidentną demencją starczą, gdyż tacy nie zgłosiliby się na rehabilitację lub w przypadku pacjentów operowanych nie zostaliby zakwalifikowani do zabiegu chirurgicznego [23].

### Ortezy w sporcie

Znaczący progres w poziomie zawodowego sportu, wymusza na twórcach zaopatrzenia ortopedycznego wysoką specjalizację oraz funkcjonalność.

Niemożliwe jest całkowite wyeliminowanie urazów mimo stosowania ortez w celach profilaktycznych [6]. Obecne dostępne ortozy stabilizujące stosowane w sporcie cechują się wysoką specjalizacją funkcji, różnymi formami, fasonami, kolorami, różnią się kosztem i wykonaniem [5].

Sportowcy mają ściśle określone potrzeby, wymagają specjalistycznych ortez umożliwiających osiągnięcie wysokiej sprawności. W tej grupie osób ma miejsce nadmierna eksploatacja w funkcjonowaniu narządu ruchu. Wykorzystywa-



Ryc. 5. Szyna termoformowalna  
Fig.5. The thermoplastic splint

Źródło: <http://www.thuasne.pl/>  
Source: <http://www.thuasne.pl/>

controlling the range of motion in joints. They also have the preventive and analgesic function.

Orthoses made of thermoplastic material [Fig.5] play a special role in rheumatic diseases. They are often used in deformations of the rheumatoid hand [21]. Their great advantage is that they can be formed individually for each patient, taking into account the shape of the area, the individual body type or hardness and stiffness. The material allows to take radiographs without removing the orthosis.

In rheumatoid arthritis, the most common lower limb orthosis is a knee stabilizer. As for the distal parts of the lower limbs - in adults resting splints are used, designed to consolidate the effect of rehabilitation. These are front or back slings used with full extension of the knee.

Thermoplastic and chemical curing materials are commonly used. Other, based on carbon fibres, combines the advantages of endurance and lightness [22].

Current optimization of orthoses is aimed to reduce the impact of neurological and structural defects. They allow patient to easily handle orthoses, minimizing adverse skin reactions resulting from prolonged contact with the material.



Ryc. 6 Orteza na staw skokowy i stopę  
Figure 6. The ankle and foot orthosis

Źródło: <http://www.mediroyal.se/sv/productgroup/fot-och-fotled>  
Source: <http://www.mediroyal.se/sv/productgroup/fot-och-fotled>

ne ortezy poddawane są dużym przeciążeniom determinującym potrzebę maksymalnej wytrzymałości materiału przy ultra niskim ciężarze, dużej ergonomice, stabilizacji oraz wysokim poziomie wentylacji.

Staw skokowy jest to okolica najczęściej ulegająca urazom sportowym [ryc. 6] [5, 6].

## Podsumowanie

Proces powszechności ortez jest wynikiem zapotrzebowania na te urządzenia z powodu urazów starzenia się społeczeństwa oraz chorób cywilizacyjnych. Wzrost urazowości i liczby osób z różnymi chorobami wpływa na zwiększenie zapotrzebowania na różne urządzenia lub aparaty, które wchodzi w skład całokształtu zaopatrzenia ortopedycznego [24]. Nie ulega wątpliwości, że nowoczesna rehabilitacja, szczególnie zorientowana na pacjenta wymaga współdziałania zespołu wielospecjalistycznego również w zakresie wykorzystania najnowocześniejszych rozwiązań technicznych. Oprócz lekarza, fizjoterapeuty, terapeuty zajęciowego i pielęgniarki może, w miarę potrzeb, do niego należeć inżynier biomedyczny specjalizujący się w inżynierii rehabilitacyjnej. Ze względu na specyfikę swoich działań może on zdecydowanie poprawić życie pacjenta na codziennym, praktycznym poziomie, podwyższyć jego bezpieczeństwo a także zmniejszyć złożoność zadań innych członków zespołu wielospecjalistycznego. Pomoże to usuwać bariery wynikające z otoczenia, a także poprawić lub przywrócić osobie niepełnosprawnej możliwość realizacji funkcji w rodzinie, pracy czy społeczności.

Obecnie nad udoskonaleniem ortez pracuje wielu specjalistów różnych dziedzin: dotychczas pracujący technicy ortopedyczni zostali wsparci przez specjalistów medycyny sportowej, ortopedów, rehabilitacji, fizjoterapii, magistrów wychowania fizycznego, inżynierów, biomechaników oraz specjalistów branży ortotycznej, informatyków [25-28].

## Orthoses for the elderly

Elderly people are a large group among rehabilitated patients. In recent years, with the advancement of medicine and technology, the population of people older than 65 years is constantly growing. Processes associated with aging decrease mechanical strength of the musculoskeletal system. Even harmless fall can cause extensive damage to bones and soft tissues. Orthoses used in this group of patients should be light, easy to handle and functional.

Fractures in these patients are most commonly located within the base of the distal radial bone. Although the location of the fracture, individuals suffering from it, consider a situation as serious disease. Consequences of hypokinesia prolong the rehabilitation process.

The most common orthopaedic condition, which causes elderly patients to try rehabilitation is osteoarthritis. It is the leading cause of disability among people aged over 65 years. Osteoporosis and osteopenia are also factors considered in the creation of orthoses for these people.

In the rehabilitation of elderly orthopaedic patients, usually there are no problems typical for post-traumatic rehabilitation. Here, the treatment is conscious and voluntary, and not, as in the case of post-traumatic rehabilitation, a necessity arising from the consequences of trauma. It is unlikely to meet patients with the evident senile dementia, since those would not report to the rehabilitation or in case of surgery, they would not have been admitted for surgery [23].

## Orthoses in sports

Significant progress in the level of professional sports forces the designers of orthopaedic equipment to provide high specialization and functionality.

It is impossible to completely eliminate injuries, despite the use of prophylactic orthoses [6]. Currently available orthoses used in sports are characterized by a high degree of specialization of functions, various forms, looks, colours, different costs and performance [5].

Athletes have specific needs, require specialized orthoses enabling the achievement of high efficiency. In this group, locomotor system is overexploited. Orthoses used are subjected to high overloads, which determine the need for maximum material endurance with ultra-low weight, high ergonomics, stability and a high level of ventilation.

Tarsal joint is the area most often injured in sports [Fig.6] [5,6].

## Conclusion

The process of orthoses popularisation is due to the need for these devices because of the population aging, injuries and diseases of affluence. Growing number of injuries and people with various diseases, increase the need for different devices or orthoses that are part of the overall orthopaedic supply [24]. There is no doubt that modern rehabilitation, particularly focused on the patient, requires the involvement of a multidisciplinary team also in the use of cutting-edge technical solutions. In addition to the physician, physiotherapist, occupational therapist and nurses, there may be present, where appropriate, a biomedical engineer specializing in rehabilitation engineering. Due to the nature of his activities, he can significantly improve the patient's practical daily life, increase patient's safety and reduce the complexity of the work of other members of the multidisciplinary team. This will help to remove barriers resulting from the environment and improve, or bring back to a disabled person the opportunity to play a function in family, work or community.

Postęp techniczny w ortotyce ma różne ukierunkowania. Zarówno zmiany w projektowaniu i konstrukcji jak i dobór materiałów, zmiany technologiczne oraz standaryzacja umożliwiły dopasowanie ortez do potrzeb indywidualnych, niemożliwych do spełnienia jeszcze kilkanaście lat temu. Współczesne ortozy łączą dwie wykluczające się pozornie tendencje takie jak powszechność i indywidualizacja.

Potrzeby pacjenta są istotnym czynnikiem mającym duży wpływ na dobór materiałów i parametrów ortez. Przy tworzeniu ortez uwzględnia się zarówno aspekty biologiczne (rodzaj i rozległość dysfunkcji, parametry antropometryczne, możliwość wykonywania określonych ruchów i zachowanej siły mięśniowej) jak i społeczne (rodzaj pracy, warunki społeczno-ekonomiczne, preferencje pacjenta). Same dane techniczne są niewystarczające. W tworzeniu specjalistycznych ortez muszą być brane pod uwagę potrzeby medyczne i pozamedyczne. W ofercie konstruktorów i producentów są też urządzenia wielofunkcyjne, modułowe spełniające kilka funkcji: statyczną (bierne utrzymanie optymalnego ustawienia), dynamiczną (poruszanie się) i rehabilitacyjną. Wprowadzone nowoczesne materiały: termoplastyczne, włókno węglowe, kevlar, dzięki posiadanym właściwościom fizykochemicznym wpłynęły na wzrost komfortu i akceptację pacjentów [8].

Dzisiejszy poziom wyspecjalizowania ortez pozwala na indywidualizację zaopatrzenia dzięki zastosowaniu technologii kosmicznych oraz użyciu technik komputerowych, takich jak skanowanie, budowanie numerycznych modeli kończyn i zautomatyzowane modelowanie indywidualnych ortez.

Metoda FES stała się bazą dla nowych urządzeń przeznaczonych dla pacjentów z uszkodzoną funkcją systemu nerwowo-mięśniowego, tworząc nowe możliwości poprawy funkcji motorycznej [16].

Według Dindorfa [24] przyszłością w technice ortopedycznej są ortozy ze sztucznymi mięśniami. Zużywają one minimalną ilość energii, jednocześnie poprawiając stabilność i symetrię ruchu. W sterowaniu sztucznymi mięśniami stosuje się sztuczne sieci neuronowe połączone z systemem nerwowym pacjenta. Mechaniczne właściwości ortez naśladują działanie ludzkiego mięśnia.

Analizując powyższe podsumowanie nasuwają się następujące obserwacje: rosnące zapotrzebowanie na sprzęt ortopedyczny wynika ze wzrostu ilości urazów, pacjentów z chorobami naczyniowymi, nowotworowymi, cukrzycą i innymi wymienionymi powyżej [29, 3]. Przyszłością ortotyki dystalnych części kończyn są ortozy ze sztucznymi mięśniami, kierowane przez układ nerwowy pacjenta, dające szansę na najbardziej zindywidualizowy dobór. Elektroniczne symulacje wirtualne pozwolą na testowanie wszelkiego rodzaju ortez za pomocą specjalnych czujników umożliwiających monitorowanie pacjenta, pracę jego serca, mięśni szkieletowych, nacisku stóp na podłoże, wydychanego dwutlenku węgla.

Obecnie, przynajmniej co dziesiąty człowiek dotknięty jest niepełnosprawnością pourazową, zarówno z populacji osób starszych i nieaktywnych, jak i młodych o dużej aktywności fizycznej i zawodowej, nieunikniona jest więc standaryzacja systemów ortotycznych. Kosztowne i czasochłonne badania nad indywidualizacją ortez muszą iść równoległe z pracami nad szerokim wykorzystaniem systemów modułowych, umożliwiających klasyczną ortotykę pasywną we wczesnym etapie procesu leczenia. Wymusza to kierunki badań, których wyniki pozwalają na możliwe najniższe koszty produkcji ortez, poszerzenie ich funkcjonalności, wysoki komfort oraz dające możliwość wczesnego uruchomienia

Currently, many specialists from various fields are working on improving orthoses: orthopaedic technicians have now been backed by experts in sports medicine, orthopaedists, rehabilitators, physiotherapists, physical education masters, engineers, biomechanics, orthotic industry professionals and computer scientists [25-28].

Technical progress in orthotics has various points of interest. Both the changes in the design and construction, as well as the selection of materials, technological changes and standardization, enabled orthoses to fit to individual needs, impossible to meet several years ago. Modern orthoses combine two seemingly contradictory trends that are universality and individualization.

Patient's needs are important factors that significantly contribute to the selection of material and characteristics of orthoses. When creating orthoses, both the biological aspects (type and extent of dysfunction, anthropometric parameters, the ability to perform specific movements and preserved muscle strength) and social aspects (type of work, socio-economic conditions, patient preference) are considered. Technical specifications alone are not sufficient. While designing specialized orthoses, medical and non-medical needs must be considered. Producers and designers also offer multifunctional devices that have several functions: static (passive maintenance of optimal settings), dynamic (moving) and rehabilitation. Modern materials have been introduced: thermoplastic, carbon fibre, kevlar. Thanks to their physical and chemical properties, they assured the increase of comfort and acceptance among patients [8].

Current level of specialization of orthoses allows individualization of supply through the use of space technologies and the use of computer techniques, such as scanning, building numerical models and automated modelling of specific orthoses.

FES method has become a base for new devices for patients with compromised function of the neuromuscular system, creating new opportunities to improve motor function [16].

According to Dindorf, [24] the future of orthopaedics are orthoses featuring artificial muscles. They consume minimal energy, while improving stability and symmetry of movement. They are controlled using artificial neural networks combined with the nervous system of the patient. Mechanical properties of the orthosis mimic the activity of human muscle.

Analyzing the above conclusions, the following observations arise: growing need for orthopaedic supply results from increase in number of injuries, patients with vascular diseases, cancer, diabetes and others mentioned above [29, 3]. The futures of distal limbs orthotics are orthoses with artificial muscles, controlled by the patient's nervous system, giving a chance to maximally individualized selection. Electronic virtual simulations will allow to test any kinds of orthoses by means of special sensors for monitoring the patient, the work of heart, skeletal muscles, feet pressure on the ground, exhaled carbon dioxide.

Currently, at least every tenth person is suffering from post-traumatic disability, both in the elderly and inactive part of population, as well as among young, physically and professionally active. Thus, standardization of orthotic systems is inevitable.

Expensive and time-consuming research on individualization of orthoses must go parallel with works on the extensive use of modular systems, enabling classic passive orthotics early in the treatment process. This forces the directions of research, results of which allow to obtain the lowest possible



pacjenta [28, 30]. Systemowe rozwiązania w ustawodawstwie, dotyczące przyznawania zaopatrzenia ortotycznego, warunkują większą i wcześniejszą dostępność ortez dla pacjentów.

W 2014 roku w Polsce zwiększy się dostępność zaopatrzenia ortopedycznego dzięki zmianom w Krajowym Ustawodawstwie [31].

Nadmierna eksploatacja ortez przez sportowców, podających je dużym przeciążeniom, determinującym potrzebę maksymalnej wytrzymałości materiału przy ultra niskim ciężarze, dużej ergonomice, stabilizacji oraz wysokim poziomie wentylacji będzie determinowała inny kierunek badań nad ortezami specjalnego zastosowania.

production costs of orthoses, to expand their functionality, high comfort, and giving the opportunity to an early mobilization of the patient [28, 30]. Solutions in the legislation systems, related to granting orthotic supplies, condition the greater and earlier availability of orthoses for patients.

In 2014 in Poland availability of orthopaedic supply is going to increase due to changes in national legislation [31].

Overexploitation of orthoses by athletes, subjecting them to high overloads, determining the need for maximum material endurance with ultra-low weight, high ergonomics, stability and a high level of ventilation - all of these will determine different directions of research on orthoses for special use.

## Piśmiennictwo

### References

- [1] Wrzosek Z., Bolanowski J. Rehabilitacja podręcznik dla studentów medycyny, Wyd. AM, Wrocław 2008:117-133.
- [2] Kalinowski P., Czerna B.: Epidemiologia urazów wśród hospitalizowanych w 2006 r. w 6 SW w Dęblinie. Problemy Higieny i Epidemiologii, 2007,88(4): 455-460.
- [3] Karski J.B.: Profilaktyka urazów w świetle działań Światowej Organizacji Zdrowia i Unii Europejskiej. III Międzynarodowa Konferencja Naukowa „Epidemiologia chorób nie zakaźnych w Polsce – ich następstwa zdrowotne i społeczne. Problemy definiowania niepełnosprawności” Puławy 2004,95.
- [4] Kiwerski J., Mill W. Zagadnienia ortotyki i protetyki w dysfunkcjach ruchowych kończyn dolnych. Nowa Medycyna, 1999, 5: 5-7.
- [5] Dziewulski M. Zastosowanie stabilizatorów AIRCAST w profilaktyce i leczeniu urazów stawu skokowego. Fizjoterapia Polska, 2003, 3,4: 420-421.
- [6] Dziak A., Tayara S. Urazy i uszkodzenia w sporcie. Wyd. Kasper, Kraków 2000, 373-396.
- [7] Przeździak B. Zaopatrzenie rehabilitacyjne, Via Medica, Gdańsk 2003.
- [8] Przeździak B., Nyka W. Zastosowanie kliniczne protez, ortoz i środków pomocniczych. Via Medica, Gdańsk 2008.
- [9] Kwolek A., Mazur A., Grzegorzczak J. Nowoczesna rehabilitacja w chorobach onkologicznych narządu ruchu. Wydawnictwo UR, Rzeszów 2007,1:14-23.
- [10] Falkmer U., Jarhult J., Wersall P., Cavallin-Stahl E. A systematic overview of radiation therapy effects in skeletal metastases. Acta Oncol, 2003,42: 620-633.
- [11] Brennan M. Cancer and its effects on the back and musculoskeletal system, J Back Musculoskeletal Sys, 1993, 28: 27-77.
- [12] Galasińska K., Buchalski P., Gajewska E. Zastosowanie koncepcji PNF w rehabilitacji pacjentów po udarze mózgu. Nowiny Lekarskie, 2011, 80, 2, 126-133.
- [13] Szydełko M., Kwolek A., Majka M. Udar mózgu u młodej kobiety w pierwszej dobie po porodzie, Wiadomości Lekarskie, 2006, LIX, 3-4: 280.
- [14] Drużbicki M., Kwolek A., Depa A. Pionizacja w procesie rehabilitacji chorych z objawami ogniskowego uszkodzenia ośrodkowego układu nerwowego- nowe możliwości aparaturowe. Wyd. UM. Rzeszów 2008, 1: 14-20.
- [15] Paśniaczak R. Wybrane urządzenia wspomagające i fizykoterapeutyczne w rehabilitacji porażen ośrodkowego układu nerwowego. Wyd. Politechnika Warszawska, Warszawa 1998.
- [16] Kiwerski J. Rehabilitacja Medyczna, PZWL, Warszawa 2011.
- [17] Mikołajewska E. Neurorehabilitacja, zaopatrzenie ortopedyczne. PZWL 2009.
- [18] Górka-Ciebiada M., Ciebiada M. Cukrzyca u osób w wieku podeszłym w świetle nowych wytycznych Polskiego Towarzystwa Diabetologicznego. Geriatria 2009, 3: 228-33.
- [19] <http://www.medicast.com.pl/oferta/produkt/3>
- [20] Żuk B., Księżopolska-Orłowska K.: Ochrona stawów w reumatoidalnym zapaleniu stawów. Zaopatrzenie ortopedyczne. Reumatologia 2009, 47, 5: 241-248.
- [21] Księżopolska -Orłowska K. Postępowania rehabilitacyjne w reumatologii. Reumatologia 2012, 50, 2: 181-184.
- [22] Księżopolska- Orłowska K. Fizjoterapia w reumatologii. PZWL, Warszawa 2013, 121-131.
- [23] Góralczyk B., Mikuła W. Problemy rehabilitacji ruchowej u pacjentów w podeszłym wieku. Medycyna Rodzinna 2002, 5: 194-195.
- [24] Dindorf R.: Rozwój zaopatrzenia ortopedycznego z elementami płynowymi. Pomiary Automatyka Robotyka 2004, 6: 4-9.
- [25] Bronzino JD. The Biomedical Engineering Handbook, CRC Press. Boca Raton 2006, wyd. 3.
- [26] Childress DS.: Development of rehabilitation engineering over the years: as I see it. J Reh Res Dev 2002, 6: 1-10.
- [27] Hobson DA. Reflections on rehabilitation engineering history: Are there lessons to be learned? J Reh Res Dev 2002, 6: 17-22.
- [28] Mikołajewska E., Mikołajewski D. Płaszczyzny współpracy specjalistów medycznych oraz inżynierów biomedycznych i biocybernetyków, Studia Medyczne 2013, 29,1:121-128.
- [29] Rydlewicz D.: Epidemiologia udaru mózgu. W: Członkowska A., Kwieciński H., Szczudlik A. (red), Udar mózgu. Wyd. UJ., Kraków 2007 : 85.
- [30] Paprocka-Borowicz M., Zawadzki M.: Fizjoterapia w chorobach układu ruchu. Górnicki WM, Wrocław 2007, 77-91.
- [31] [www.pfon.org/wp-content/uploads/2013/11/Projekt-obywatelski\\_MSOON\\_2013r](http://www.pfon.org/wp-content/uploads/2013/11/Projekt-obywatelski_MSOON_2013r)

**Źródła rycin:**

**Figures sources:**

1. <https://www.alphasport.com.au/product/WEB-DLSCEA>
2. <http://www.cocwindsor.com/ecom.asp?pg=ankle-foot-orthoses>
3. [http://www.assistivetechologyclinic.ca/services\\_gait.html](http://www.assistivetechologyclinic.ca/services_gait.html)
4. <https://www.sklepmedicast.pl/szukaj?ph=orteza%20stopowo-goleniowa%20dla%20diabetyk%C3%B3w>
5. <http://www.thuasne.pl/>
6. <http://www.mediroyal.se/sv/productgroup/fot-och-fotled>

**Adres do korespondencji:**

**Address for correspondence:**

Zofia Nowicka  
Uniwersytet Medyczny we Wrocławiu  
Katedra Ortopedii i Traumatologii Narządu Ruchu,  
Zakład Rehabilitacji  
ul. Borowska 213  
50-556 Wrocław

**Wpłynęło/Submitted: VIII 2013**  
**Zatwierdzono/Accepted: IX 2013**

