

REHABILITACJA KOŃCZYNY GÓRNEJ PO UDARZE MÓZGU

Jarosław Hoffman¹, Karolina Ozdarska², Anetta Hoffman², Małgorzata Sochanek²

¹ *Katedra i Klinika Rehabilitacji, UMK w Toruniu CM im. L. Rydygiera w Bydgoszczy*

² *Wydział Fizjoterapii i Nauk o Zdrowiu, Wyższa Szkoła Zarządzania w Gdańsku*

Słowa kluczowe: udar mózgu, kończyny górna, ręka, spastyczność, wzmożone napięcie mięśniowe, wiotkość, obniżone napięcie mięśniowe, metody rehabilitacji, PNF, Bobath, CIMT, zaopatrzenie ortopedyczne

Streszczenie: Jednym z najważniejszych problemów współczesnej medycyny są udary mózgu. Ich występowanie wśród populacji nigdy nie było aż tak częste jak obecnie. Ten stan rzeczy wynika ze znacznego wydłużenia się średniego czasu ludzkiego życia. Usprawnianie kończyny górnej, a zwłaszcza ręki, po incydencie naczyniowo-mózgowym jest trudne ze względu na jej bardzo skomplikowaną budowę, przeznaczoną do wykonywania drobnych, precyzyjnych ruchów. W niniejszej publikacji zostały opisane podstawy najpopularniejszych metod rehabilitacji, takich jak: PNF, Bobath dla dorosłych, CIMT, ćwiczeń oddziałujących na neurony lustrzane, elementów fizykoterapii, sprzętów z zakresu zaopatrzenia ortopedycznego i ułatwiającego codzienne czynności, a także związanych z robotyką i innymi nowoczesnymi technologiami.

Wstęp

Według WHO „udar mózgu to zespół kliniczny charakteryzujący się nagłym wystąpieniem objawów ogniskowego, niekiedy również uogólnionego zaburzenia czynności mózgu, którego objawy utrzymują się dłużej niż 24 godziny lub prowadzą do wczesnej śmierci i nie mają innej przyczyny niż naczyniowa”. Niestety do tej pory nie wynaleziono skutecznych leków neuroprotektynowych, wobec czego jedna trzecia osób, które przeżyją pierwszy miesiąc po udarze mózgu, jest niepełnosprawna i generuje koszty społeczne, wymaga stałej opieki, co w dalszej perspektywie dezorganizuje życie jej bliskich. W świetle tych faktów wzrasta znaczenie rehabilitacji chorych po udarze mózgu – powinna być ona powszechna (dostępna dla ogółu społeczeństwa), wczesna (wprowadzona w pierwszej dobie od zachorowania – wykorzystanie wczesnych mechanizmów kompensacyjnych centralnego układu nerwowego), kompleksowa (w tym procesie bierze udział zespół specjalistów – lekarze, pielęgniarki, fizjoterapeuci, logopedzi, psychologowie), ciągła

(zapewniona przez całe życie pacjenta) [1]. Program rehabilitacji musi być ukierunkowany na osiągnięcie konkretnych, możliwych do zrealizowania celów, stale weryfikowany pod kątem stanu pacjenta i dotychczasowo osiągniętych efektów, a także uwzględniający inne problemy poza ruchowymi, czyli dysfunkcje poznawcze, emocjonalne i behawioralne. Często występującym u pacjentów powikłaniem udaru mózgu jest depresja oraz współtowarzyszące otępienie, które poważnie zakłócają proces rehabilitacji [2].

Niedowład kończyn utrudnia wykonywanie codziennych czynności, a w szczególności niedowład dominującej kończyny górnej. Przyczyną, dla której powstała niniejsza publikacja, jest chęć pomocy chorym z niedowładem kończyny górnej, natomiast jej cel to przedstawienie dostępnych metod usprawniania na podstawie zebranej literatury.

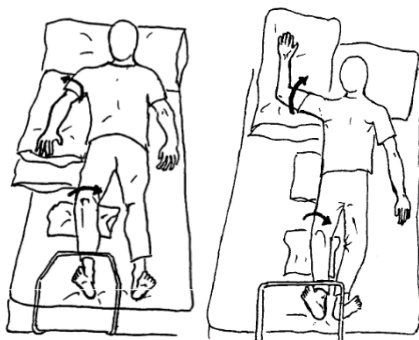
Wczesna rehabilitacja szpitalna

Odzyskiwanie kontroli ruchu powinno przebiegać od części bliższych do dalszych ciała, dlatego też w pierwszej kolejności pacjent musi kontrolować ruchy górnej części ciała i barku, dolnych partii tułowia i biodra. Ćwiczenia kończyny dotkniętej udarem wykonuje się w stałej kolejności: ćwiczenia bierne, czynne wspomagane, czynne. Po ich przebyciu chory winien ustawić kończynę w określonej pozycji i móc ją utrzymać. Kolejnym etapem jest wprowadzenie oporowych ćwiczeń wzmacniających. Mechanizm rehabilitacji osób po przebytym udarze najczęściej opiera się na wykonywaniu ćwiczeń nawiązujących do wzoru rozwoju motoryki małego dziecka, na przykład: kołysanie się – przejście do siadu – stanie – chodzenie lub kołysanie się na boki – przejście do leżenia twarzą w dół – podpieranie się – czołganie – stanie – chodzenie. Konieczne jest zachęcanie do samodzielnego wykonywania czynności dnia codziennego. Ostatnim etapem w procesie rehabilitacji jest kontrola ruchów ręki: osoba kontroluje ruchy barku, łokcia, a ręka jest wolna od wzorca zgięciowego. Należy również pamiętać o wykorzystywaniu wskazówek zmysłowych, to znaczy oddziaływać na pacjenta, angażując jego słuch, czucie i wzrok. Polecenia należy formułować zwięźle i przystępnie, dając czas na ich zrozumienie, najczęściej prosząc pacjenta o „myślenie” o ruchu, patrzenie podczas jego wykonywania, pomoc w jego wykonaniu, skupienie się na odczuwaniu go. Zmysł wzroku dodatkowo można pobudzać przez zamontowanie lustra przed ćwiczącym [3].

Prawidłowe układanie kończyny górnej w początkowym okresie po udarze mózgu pozwoli zapobiec zniekształceniom mięśniowo-kostnym, odleżynom, problemom układu krążenia krwionośnego lub/i limfatycznego, a także umożliwi wysyłanie prawidłowych sygnałów do mózgu, rozpoznawanie, odczuwanie strony dotkniętej niedowładem. Każda zmiana pozycji ciała dostarcza różnorodnych bodźców, pomocnych przy odzyskiwaniu czucia, toteż należy ją zmieniać co 2–3 godziny. Zasadniczo barki i biodra powinny być

wysunięte do przodu, a ramię zrotowane na zewnątrz (w przeciwieństwie do kończyny dolnej). Głowa odwrócona w stronę niedowładną. Bark uniesiony za pomocą poduszki, ramię na poduszce, łokieć i nadgarstek wyprostowane, ręka skierowana w dół lub w górę, kciuk i pozostałe palce rozwarłe (ryc. 1). Jeżeli dana osoba ma dobry zakres ruchów w barku i nie występuje jego bolesność, to kończynę górną można zrotować zewnętrznie, łokieć i nadgarstek ugiąć, ręka może znajdować się pod głową chorego (ryc. 1) [3]. W przypadku występowania spastyczności można ją również obciążyć woreczkiem z piaskiem, grochem.

Rycina 1. Pozycja ułożeniowa tyłem, wariant 1 i 2



Źródło: [3]

Podczas zmiany pozycji pacjenta nie wolno pociągać za ramię, trzymając za jego rękę lub nadgarstek, można ewentualnie podtrzymywać równocześnie w odcinku bliższym i dalszym, prowadząc łagodnie w pożądanym kierunku. Nie należy również go odwracać przez porażony bark, gdyż może to skutkować wystąpieniem zespołu bolesnego barku. Do chorego, który przebył udar mózgu, należy podchodzić od strony niedowładnej, analogicznie też ustawia się meble. Wyjątkiem od tego postępowania jest nasilone zaniedbywanie połowicze [3]. W sali chorych wskazane jest zachowanie ciszy, utrzymanie odpowiedniego poziomu ogrzewania, oświetlenia, unikanie działań wpływających na wzrost napięcia emocjonalnego, gdyż może się to przełożyć na wzrost napięcia mięśniowego. Podczas leżenia na boku dotkniętym porażeniem należy wysunąć bark w przód, równocześnie z odwróceniem ramienia na zewnątrz. Łokieć winien być wyprostowany lub zgięty, jeżeli ręka będzie położona pod poduszką. Ręka skierowana do góry. Chora kończyna dolna prosta (ryc. 2) [3]. Osobie po udarze mózgu ciężko przyjąć tę pozycję, wobec czego warto polecić splecenie rąk nad głową podczas leżenia tyłem. Następnie ugięcie zdrowej nogi – terapeuta pomaga początkowo wykonać obrót.

Rycina 2. Pozycja ułożeniowa na boku chorym



Źródło: [3]

Leżenie na boku na zdrowej stronie ciała jest dogodną pozycją ze względu na ułożenie porażonych kończyn zgodnie ze „wzorcem antyskurczowym”, zapobiega powstawaniu odleżyn i ułatwia oddychanie porażoną stroną. Na poduszce znajduje się ramię wysunięte w przód, łokieć i nadgarstek są wyprostowane, palce ręki rozwarte. Porażona kończyna dolna na poduszce w neutralnej pozycji (ryc. 3) [3].

Rycina 3. Pozycja ułożeniowa na boku zdrowym



Źródło: [3]

W siadzie należy pamiętać o podparciu o blat lub o poduszkę łokcia i przedramienia, aby nie rozciągać struktur niedowładnego barku. Nie wolno natomiast używać chusty trójkątnej, gdyż sprzyja to powstawaniu typowego wzorca zgięciowego. Podnoszenie pacjenta przez terapeutę powinno wyglądać następująco: chory trzyma splecione przed sobą ręce lub obejmuje zdrową ręką porażony nadgarstek i dopiero wówczas rehabilitant wsuwa ręce pod pachy pacjenta (ugięte kolana, wyprostowany tułów), po czym przytrzymując pacjenta za nadgarstki, prostuje nogi w kolanach [3].

Mobilizacja stawów pacjenta pozwala na zachowanie właściwego zakresu ruchów oraz elastyczności tkanek miękkich, utrzymanie „wyobrażenia ruchu” na poziomie mózgowym – ograniczenie ruchów powoduje gwałtowny spadek przepływu informacji tuż po udarze, nie są generowane bodźce proprioceptywne. Ponadto wspomaga ona krążenie krwi i limfy,

więc zapobiega występowaniu obrzęku w chorych kończynach. Ruch bierny wykonuje się we wszystkich kierunkach i w pełnym zakresie, pacjent winien nauczyć się samodzielnego wykonywania ćwiczeń zwiększających zakresy ruchów w kończynie górnej, trzymając ręce razem i wykorzystując do przemieszczenia ramię wiotkie. Przykłady ćwiczeń [3]:

- pw.: leżenie tyłem, maksymalne zgięcie kończyny górnej w stawie ramiennym, otwarcie ręki – wyprost palców i odwiedzenie kciuka (pomocne lekkie zgięcie grzbietowe nadgarstka),
- pw.: leżenie na zdrowym boku, jw.,
- samodzielne splecenie palców rąk tak, aby kciuk ręki niedowładnej znajdował się nad kciukiem zdrowym – uzyskanie odwiedzenia kciuka, uniesienie kończyn górnych nad głowę zarówno w pozycji leżenia tyłem, jak i w siadzie,
- samodzielne odwracanie i nawracanie przedramienia zdrową ręką w leżeniu tyłem,
- samodzielne zginanie i prostowanie nadgarstka w leżeniu tyłem,
- podparcie na niedowładnym przedramieniu zwiększa napięcie prostowników wraz ze skrętem górnej części ciała, co też pozwala przejść do pozycji siedzącej z leżenia tyłem (zdrowa noga jest przenoszona ponad kończyną porażoną, terapeuta podaje rękę tworząc chwyt ze zdrową kończyną górną, pacjent odpycha się niedowładnym ramieniem),
- przenoszenie ciężaru na niedowładne ramię – pw.: siad na brzegu łóżka, oparcie otwartej ręki na podłożu w okolicy chorego biodra, jedną ręką terapeuta podtrzymuje bark pacjenta, drugą wspomaga prostowanie jego łokcia; przyciągając chorego do siebie rehabilitant powoduje skracanie boku, odpychając rozciąganie,
- obronne dobowczne prostowanie kończyny górnej – pw.: siad, kończyna górna chora odwiedzona 45°, zrotowana zewnątrz, łokieć wyprostowany, fizjoterapeuta naciska na rękę chorego – krótkie i szybkie pchnięcia powodujące zbliżanie powierzchni stawowych,
- jeżeli pacjent jest już w stanie stać, może przenosić ciężar ciała wzdłuż osi kończyn górnych, ręce otwarte, oparte na blacie, łokcie wyprostowane:
 - a. kołysanie w przód i w tył,
 - b. oparcie się na opuszkach palców – szeroko rozstawione,
 - c. przenoszenie ciężaru z jednej kończyny dolnej na drugą.

PNF

Koncepcja proprioceptywnego nerwowo-mięśniowego torowania ruchu (ang. *proprioceptive neuromuscular facilitation*) jest oparta na neurofizjologii, a jej głównym celem jest odbudowa czynności ruchowych. Postępowanie w tej metodzie opiera się na sumowaniu różnego rodzaju bodźców aferentnych. Zrezygnowano z izolowanych

ruchów w pojedynczych stawach w typowych płaszczyznach na rzecz trójwymiarowych ruchów, łączonych z rotacją [4]. Ruch wynika ze świadomych starań pacjenta, wspieranych elementami torującymi zadawanymi przez terapeutę. Metodyka terapii PNF jest skonstruowana na podstawie czterech faz kontroli motorycznej:

1. mobilność – możliwość przyjęcia danej pozycji,
2. stabilność – utrzymanie nowo uzyskanej pozycji przeciwko sile grawitacji,
3. mobilność/stabilność – utrzymanie stabilnej pozycji w chwili wykonywania jakiegokolwiek czynności,
4. zręczność – wykonywanie kilku czynności jednocześnie.

Terapeuta oddziałuje w tej metodzie na pacjenta na poziomie strukturalnym poprzez: mobilizację pasywnych i aktywnych struktur, poprawę regulacji napięcia mięśniowego, promowanie czucia i percepcji, trenowanie unerwienia recyprokalnego, wzmacnianie mięśni, trening równowagi oraz normalnej kontroli posturalnej, a z drugiej strony wpływa na aktywność poprzez zasady nauczania motorycznego i torowania funkcji (zmiana pozycji, sytuacja podwójnych zadań, lokomocja, rozwiązywanie środowiskowych problemów motorycznych) [5].

Większość badaczy potwierdza skuteczność tej metody w rehabilitacji, natomiast pacjenci odczuwają znaczącą poprawę stanu funkcjonalnego po przebyciu terapii [6]. Interesujące jest połączenie PNF i kinesiologii – badania w tym kierunku prowadził Śliwiński ze współpracownikami. Zmierzono wysokość uniesienia przedmiotu przez porażoną kończynę górną nad poziom blatu po jednorazowych ćwiczeniach PNF trwających od 45 min do 1 h i po wykonywaniu tych samych ćwiczeń, w tym samym czasie, ale z aplikacją Kinesiologii Taping. Aplikacja funkcjonalna obejmowała prostowniki stawu promieniowo-nadgarstkowego. W ponownym badaniu skalą Ashworth napięcie mięśniowe nie zmalało, jednak poprawiły się znacznie wyniki testu funkcjonalnego – przed terapią średnio 3,8 cm, a po terapii metodą PNF wyniosły 6,6 cm, natomiast po aplikacji Kinesiologii Tapingu aż 7,8 cm. Dziesięciu pacjentów z grupy badawczej przyznało, że aplikacja znacznie ułatwiła im wykonywanie ćwiczeń metodą PNF [4].

Łopátka i obojczyk pracują w obręczy barkowej jako jednostka funkcjonalna. Głównymi stabilizatorami łopátki są mięśnie, a obręcz barkowa łączy się ze szkieletem osiowym jedynie na rękodzię mostka. W związku z tym funkcja obręczy barkowej zależy od pracy mięśni, dzięki nim może dostosować swoje ustawienie względem klatki piersiowej. Wzorce łopátki są aktywowane łącznie ze wzorcami kończyn górnych – prawidłowa funkcja kończyny górnej jest zależna od dobrej ruchomości, jak i stabilizacji łopátki [5].

Ruchy łopátki odbywają się w dwóch skośnych: przednie uniesienie – tylne obniżenie oraz tylne uniesienie – przednie obniżenie. Pacjent leży na lewym boku w stabilnej

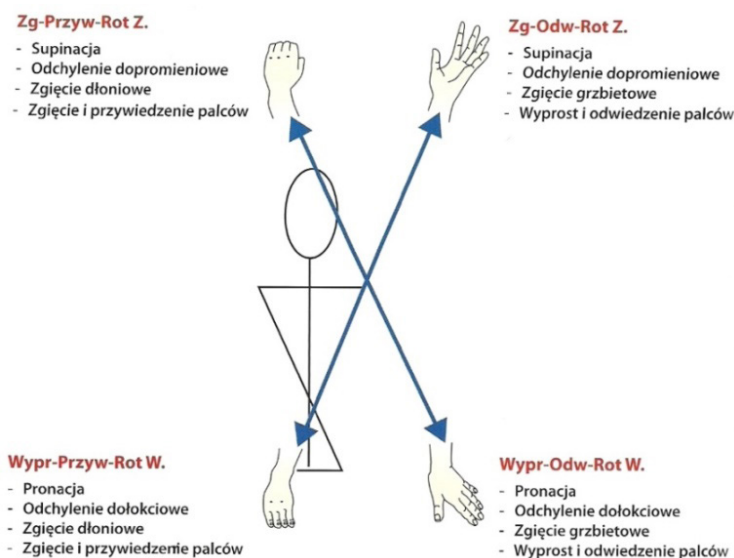
pozycji, jego stawy biodrowe i kolanowe są zgięte, a plecy leżą blisko krawędzi stołu, głowa i szyja leżą w pozycji neutralnej. Terapeuta wyobraża sobie zegar, na którym godzina 12:00 wyznacza głowę pacjenta, 6:00 jego stopy, 3:00 jego przód, 9:00 tył. Przednie uniesienie łopatki powinno przebiegać w kierunku godziny 1:00, w przypadku tylnego obniżenia na godzinę 7:00, tylne uniesienie wykonywane jest w kierunku 11:00, a przednie obniżenie celuje w godzinę 5:00. W leżeniu na prawym boku ruchy wykonywane są w następujących kierunkach: przednie uniesienie – 11:00, tylne obniżenie – 5:00, tylne uniesienie – 1:00, przednie obniżenie w kierunku – 7:00 [5].

Wzorce ruchowe kończyn górnych są trójplaszczynowymi czynnościami ruchowymi, które łączą się z aktywnością tułowia. Opór na silne mięśnie kończyn górnych dawkowany w odpowiedni sposób spowoduje promieniowanie pobudzenia do słabszych mięśni w innych częściach ciała. Wzorce kończyn górnych wykonuje się w dwóch diagonalnych [5]:

1. zgięcie – odwiedzenie – rotacja zewnętrzną i wyprost – przywiedzenie – rotacja wewnętrzną,
2. zgięcie – przywiedzenie – rotacja zewnętrzną i wyprost – odwiedzenie – rotacja wewnętrzną.

Na rycinie 4 przedstawiono wzorce lewej kończyny górnej wykonywane w pozycji leżenia tyłem.

Rycina 4. Skośne kończyny górnej



Źródło: [5]

Głowę i odcinek szyjny pacjenta należy ułożyć w wygodnej pozycji, jak najbardziej zbliżonej do neutralnej. Terapeuta stoi z lewej strony stołu, w skośnej wzorca, z rękami ułożonymi równoległe do linii, którą on wyznacza. Wykorzystuje się chwyt lumbrykalny, który przeciwdziała nadmiernemu ściskowi lub szczypaniu ręki pacjenta – ból hamuje efektywne wykonanie ruchu [5].

Kierunek oporu przebiega po łuku w stronę pozycji wyjściowej wzorca. Wraz z wykonywanym ruchem kąt ustawienia rąk i kończyn górnych terapeuty się zmienia. Trakcja i aproksymacja są istotną częścią dawkowanego oporu. Trakcję stosuje się na początku wykonywanego ruchu w każdym ze wzorców, a aproksymację na końcu zakresu ruchu, aby ustabilizować bark i łopatkę. Można wywołać promieniowanie pobudzenia do innych części ciała przez wzorce bilateralne lub pojedyncze kończyny górnej – zapewnić opór we właściwej pozycji. Promieniowania używa się do zwiększenia siły mięśniowej, uruchomienia stawów albo innych części ciała, rozluźniania łańcuchów mięśniowych, a także do torowania czynności funkcjonalnych takich jak obracanie się [5].

Bobath dla dorosłych

Ćwiczenia stosowane w tej metodzie mają spowodować obniżenie napięcia mięśniowego, które jest jedną z cech spastyczności. Regulację napięcia mięśniowego osiąga się poprzez hamowanie patologicznych wzorców ruchowych, czyli zastąpienie ich fizjologicznymi. Jeżeli w badaniu fizjoterapeutycznym stwierdzi się przewagę występowania symptomów dodatnich w zespole uszkodzenia górnego motoneuronu, to należy dobierać ćwiczenia w łańcuchu zamkniętym, związane z wykonywaniem prostych zadań funkcjonalnych. W przypadku odnotowania ujemnych symptomów terapię rozpoczyna się od przygotowania struktur do pracy w funkcji (tabl. 1) [7].

Tablica 1. Objawy uszkodzenia górnego motoneuronu

Symptomy dodatnie	Symptomy ujemne
<ul style="list-style-type: none"> - wzrastający opór podczas wykonywania ruchów biernych – spastyczność, - wygórowanie odruchów ścięgnistych, - odruchy patologiczne, - reakcje stowarzyszone, - spastyczna dystonia, - odruch masowy, - klonusy. 	<ul style="list-style-type: none"> - osłabienie, - utrata mobilności, - utrata selektywności, - męczliwość, - utrata wiskoelastyczności, - zmiany wewnętrznej budowy mięśni (zaniki, przykurcze, zwłóknienia).

Źródło: [7]

Przykładowe ćwiczenia skoncentrowane na rehabilitację kończyny górnej [7]:

- mobilizacja mięśnia piersiowego większego: celem jest uzyskanie zwiększenia zakresu odwiedzenia horyzontalnego, co jest istotne w sytuacji podwichnięcia przedniego w stawie ramiennym. Ruch głowy pacjenta i jego obręczy barkowej są wykonywane w przeciwnych kierunkach. Terapeuta stabilizuje kończynę górną w okolicy przyczepu mięśnia piersiowego większego, a drugą ręką go rozciąga. Zaburzenie pracy tego mięśnia może znacznie utrudniać wykonanie zgięcia w stawie ramiennym, co skutkuje trudnościami w wykonywaniu czynności codziennych, na przykład ubieraniu się,
- mobilizacja mięśnia obłego większego: ta aktywność daje możliwość uruchomienia kończyny górnej do rotacji zewnętrznej, także przy istniejących podwichnięciach przednich przez „odklejenie” łopatki od ściany klatki piersiowej. Zaburzenie pracy ekscentrycznej mięśnia obłego większego może powodować trudność w zginaniu kończyny w stawie ramiennym,
- technika inhibicyjna dla spastycznych mięśni zginaczy nadgarstka i długich palców: przyczepy bliższe są stabilizowane przez jedną kończynę terapeuty, a palce drugiej ręki przesuwają się po mięśniach w stronę przyczepów dalszych – rozcieranie głębokie,
- hamowanie spastyczności zginaczy palców: przygotowanie dłoni do otwarcia dzięki odpowiedniemu chwytowi stawów śródręczno-paliczkowych,
- niwelowanie spastyczności przeciwstawiacza kciuka i małego palca: ułatwienie funkcji chwytania przez otwieranie ręki,
- aktywność podporowa w łańcuchu zamkniętym na kończynę górną: jest to praca w łańcuchu zamkniętym, następuje rozciąganie mięśni spastycznych dłoni, możliwe zmiany siły kompresji, co wpływa na poprawę czucia głębokiego, dodatkowo terapeuta może aktywizować tułów w płaszczyźnie czołowej, strzałkowej i horyzontalnej lub dawać zadania funkcjonalne dla drugiej kończyny górnej. Podczas elongacji czas rozciągnięcia mięśni z obciążeniem powinien trwać około 10 minut.

CIMT

Skrót CIMT (ang. *constraint induced movement therapy*) oznacza terapię ruchem wymuszonym koniecznością, nazywaną też treningiem Tauba. E. Taub sformułował teorię wyuczonego nieużywania, według której osoby po udarze mózgu po wielu nieudanych próbach korzystania z porażonej kończyny zaprzestają wykonywania ruchów i ćwiczeń prowadzących do ponownego jej używania. Celem CIMT jest odwrócenie sytuacji, w której pacjent skutecznie korzysta ze zdrowej strony ciała. Osiąga się to poprzez

unieruchomienie w pełni sprawnej strony i poddanie chorej kończyny codziennemu, sześciogodzinnemu treningowi przez minimum 2 tygodnie. Jeden terapeuta prowadzi jednego pacjenta z zastosowaniem techniki kształtowania – chory otrzymuje po każdym ćwiczeniu informację zwrotną o jakościowej i czasowej poprawie, przy czym poszczególne ćwiczenia są dostosowane do indywidualnych możliwości. Przed rozpoczęciem terapii uzgadnia się z chorym realne cele, na przykład posługiwanie się sztućcami w trakcie posiłku lub pracę na klawiaturze komputera. Czynności łączy się w bardziej złożone całości i ćwiczy w seriach po 10 powtórzeń [8]. Utrudnienie ćwiczenia następuje, gdy przynajmniej 5 powtórzeń w serii zostało wykonane prawidłowo. Czas wykonywania i punktowa ocena jest każdorazowo odnotowywana, aby pacjent mógł się przekonać o dokonanych postępach.

Metoda ta zmusza chorych do stania się bardziej obowiązkowymi – terapeuta codziennie odpytuje pacjenta ze strukturyzowanego kwestionariusza oceny funkcji motorycznej (ang. *Motor Activity Log* – MAL) [8]. Pytania odnoszą się do częstości i jakości wykonywania codziennych czynności chorą ręką, czyli na przykład odbierania telefonu, włączania lub wyłączania światła, otwierania szuflady, wyjmowania z niej rzeczy. Na przestrzeni ponad 20 lat metoda CIMT ewoluowała, co poskutkowało choćby opracowaniem lepszego sposobu unieruchomienia zdrowej kończyny górnej – zamieniono temblak na rękawicę kuchenną bez palców [9]. W tej metodzie konieczne jest stosowanie jasnych poleceń słownych lub niewerbalnych, dzięki którym uruchamiają się strategie wykonywania automatycznej danej czynności. Na przykład wyciągnięcie ręki do powitania zamiast podania polecenia słownie, gdy chcemy, aby pacjent uniósł ją przed sobą na wysokość pasa. Praca ze znanym sprzętem również przynosi lepsze rezultaty, więc do terapii stosuje się grabie, drabinę, kierownicę, szczotkę do włosów, deskę do prasowania. Powinno się próbować wpłynąć na jakość ruchu przez zmianę kształtu i rozmiaru znanych przedmiotów. Uwaga chorego musi być skierowana na otrzymywane bodźce i ćwiczone zadanie ruchowe.

Ćwiczenia oddziałujące na neurony lustrzane

Pacjenci po udarze mózgu mają problem nie tylko z wykonaniem ruchu, ale i ze świadomym postrzeganiem, gdzie znajduje się ich kończyna [10]. Bodźcowe działanie lustra może wspomóc w reorganizacji kory czuciowo-ruchowej [8]. W tej metodzie wykorzystuje się funkcjonalne właściwości systemu neuronów lustrzanych, ale też uzupełnia się sensoryczną reakcję zwrotną (feedback) informacją wzrokową, która odgrywa ważną rolę w sensomotorycznej koordynacji ruchów [10].

Chory siedzi przy stole, na którym znajduje się ustawione pionowo lustro zasłaniające niedowładną stronę ciała, dzięki czemu pacjent obserwuje ruchy jedynie zdrowej

ręki (ryc. 5). Osoba ćwicząca stara się wykonywać symetryczne ruchy obiema rękami zgodnie z poleceniem terapeuty. Kolejność wykonywania poszczególnych zadań jest dostosowana do możliwości funkcjonalnych pacjenta. Pacjent ulega wrażeniu prawidłowego poruszania się niedowładnej kończyny poprzez odbijanie się obrazu zdrowej.

Z badań A. Radajewskiej i wsp. wynika, że istotna poprawa po wykonywaniu tego typu ćwiczeń pojawiła się u osób z niedowładem połowicznym lewostronnym, gdy była uszkodzona półkula niedominująca, jednak należy podkreślić, że wszyscy pacjenci uznali tę metodę za przyjemniejszą niż standardowy zestaw ćwiczeń [10].

Rycina 5. Budowa urządzenia do terapii lustrzanej



Źródło: http://www.optp.com/files/image/item/LARGE/683_noi-mirror-box-triangle.jpg

Inną metodą wykorzystującą oddziaływanie na system neuronów lustrzanych jest wideoterapia – obserwowanie aktywności wykonywanej przez zdrowych ludzi staje się jakby symulacją oglądanej czynności, co docelowo reaktywuje obwód motoryczny. Regularne pobudzanie systemu neuronów lustrzanych może doprowadzić do aktywizacji motorycznych obszarów mózgu, nawet gdy chory nie jest w stanie samodzielnie planować działań dowolnych. W badaniu Ertelt i in. pacjentom pokazywano filmy wideo przedstawiające ruchy wykonywane w czasie codziennych czynności przez ponad 4 tygodnie po 90 minut dziennie od poniedziałku do piątku [8]. Każdy ruch był wykonywany względem przedmiotu, przykładowo przedstawiał unoszenie i prowadzenie do ust szklanki z wodą albo dzielenie ciasta za pomocą widelca. Nim pacjenci podjęli próby samodzielnego przeprowadzenia ruchu, pokazano go im wielokrotnie. Wyniki funkcjonalnego rezonansu magnetycznego pokazały znaczny wzrost aktywności w funkcjonalnej sieci sensomotorycznej kontroli ruchu oraz w systemie neuronów lustrzanych w grupie pacjentów, w której prezentowano wideo porażonej ręki.

Fizykoterapia

Większość doniesień na temat stosowania fizykoterapii po udarze mózgu odnosi się do leczenia spastyczności. Badania Ansariego i współpracowników dotyczyły używania nieprzerwanych ultradźwięków, które niezwykle skutecznie redukowały spastyczność, pod warunkiem stosowania ich przez 5 tygodni od poniedziałku do piątku przez 10 minut dziennie [11]. Oddziaływanie tego typu ma skutki mechaniczne i termiczne – miejscowo wzrasta metabolizm, poprawia się krążenie, następuje przyspieszenie regeneracji tkanek, zmniejszenie odczucia bólu i wielkości obrzęków w stawie, zwiększenie ruchomości.

Przezskórna stymulacja nerwów (TENS) skierowana na mięśnie spastyczne może istotnie poprawić sprawność ręki podczas codziennych czynności, na przykład zapinania guzików oraz przygotowywania posiłków. Sullivan i Hedman stosowali trzytygodniową stymulację, jednak jej efekt wydaje się być krótkotrwały – dziesięciominutowa stymulacja powoduje efekt utrzymujący się około 3 godzin, choć według innych doniesień zauważalny nawet przez dobę [11]. Obniżenie spastyczności mięśni prawdopodobnie jest skutkiem produkcji endorfin, które mogą zmniejszać pobudliwość motoneuronów, regulacji impulsów transmisji bólu i przebudowy sensorycznej kory poprzez zwiększenie ilości bodźców zmysłowych.

Klonus może również zostać zmniejszony lub zniesiony przez miejscową aplikację lodu lub wody z lodem, a więc przez stosowanie krioterapii. Nie stwierdzano jego redukcji, jeżeli chłodzenie nie wnikało głęboko w mięsień, czyli trwało poniżej 20–30 minut, w zależności od ilości tkanki tłuszczowej u danego pacjenta [11]. Wydaje się, że zimno ułatwia stymulację neuronów alfa-ruchowych, natomiast hamuje gamma-ruchowe, co właśnie powoduje zmniejszenie spastyczności. W badaniach Kwolka i in. wykazano dobre działanie par ciekłego azotu o temperaturze – 170°C [12]. Nadmuchi wykonywano z odległości 15–20 cm, omiatając odsłoniętą kończynę górną. Zabieg trwał 3 min, strumień par kierowano na powierzchnię dłoniową i grzbietową ręki oraz na przedramię, w większości przypadków wykonywano go jeden raz dziennie (maksymalnie trzy razy), przez 6 dni w tygodniu. Bezpośrednio po zabiegu prowadzono intensywną kinezyterapię. Cykl trwał 3 tygodnie, każdy z chorych skorzystał przynajmniej z 20 zabiegów krioterapii. Po 3 tygodniach od zakończenia zabiegów stwierdzono zmniejszenie spastyczności oraz poprawę sprawności funkcjonalnej, co poskutkowało wzrostem samodzielności.

Z kolei ciepło stosowane jako okłady parafinowe, żele, fango czy jako lampy sollux, fale krótkie, ciepły masaż wirowy, działają przeciwbólowo i obniżają napięcie mięśniowe. Są stosowane z powodzeniem jako przygotowanie do masażu i ćwiczeń. Mechanizm działania polega na rozszerzeniu naczyń krwionośnych i chłonnych, co powoduje zwiększony przepływ krwi [13].

Aplikacja bodźców wibracyjnych na spastyczne mięśnie kończyn górnych ma również dobroczynne działanie. Zmniejszenie napięcia jest krótkotrwałe – trwa około 30 min, ale znaczące. Użycie platform wibracyjnych dla całego ciała skutkuje zmniejszeniem napięcia mięśni i wzrostem funkcji motorycznych u pacjentów ze spastycznością [11]. W zależności od częstotliwości bodźca uzyskuje się hamowanie lub pobudzenie mięśnia. Wysokie częstotliwości (100–200 Hz) stosuje się na mięśnie antagonistyczne, celem wywołania hamowania recyprokalnego. Niskie częstotliwości wibracji (poniżej 70 Hz) powodują relaksację mięśnia spastycznego [13].

Elektryczna stymulacja nerwowo-mięśniowa agonistów lub antagonistów spastycznych mięśni może wywołać różne rezultaty w zależności od parametrów, jakie się zastosuje – wzrost siły w mięśniach porażonych, uniknięcie porażenia innych, okolicznych grup mięśniowych, poprawę czucia, przyspieszenie przebudowy układu nerwowego, co równa się przyspieszeniu tempa nauczania motorycznego. Stymulacja elektryczna może zmniejszyć tonus poprzez osłabienie odruchu rozciągania, a to z kolei umożliwia uzyskanie większej swobody ruchu, co skutkuje prewencją przykurczów, usztywnienia stawów. Podobnie jak przy zastosowaniu TENS efekt może być krótkotrwały od 45 minut do 24 godzin. Wskazane jest łączenie różnych metod terapeutycznych wraz ze stosowaniem EMS, na przykład Bobath i elementów zaopatrzenia ortopedycznego [11]. Elektrostymulacja jest również wskazana w pierwszym okresie po udarze, gdy mięsień jest wiotki. Używa się wówczas prądów niskiej częstotliwości o trójkątnym kształcie impulsów, wywołujących ruch zbliżony do fizjologicznego; czas trwania impulsów i przerw jest wyznaczany według tabeli Gillerta [14].

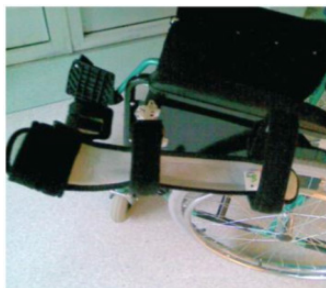
Jedną z nowszych technik stosowanych w neurorehabilitacji jest przezczaszkowa stymulacja magnetyczna (ang. *transcranial magnetic stimulation* – TMS), czyli bezbolesna metoda zmieniająca aktywność korową. Zakłada się, że istotą zaburzeń funkcjonowania mózgu po udarze jest zaburzenie równowagi międzypółkulowej. Cyklicznie powtarzane impulsy magnetyczne powodują zmiany w zakresie pobudliwości korowej. Zmiany te prawdopodobnie utrzymują się dłużej – nie tylko podczas trwania zabiegu. Osłabianie naturalnych zjawisk, które w ogólnym rozrachunku powodują negatywne skutki w procesie reorganizacji korowej, zmniejszają deficyty po przebyciu udaru mózgu. Drugą techniką nieinwazyjnego stymulowania mózgu jest przezczaszkowa stymulacja prądem stałym (ang. *transcranial direct current stimulation* – tDCS) [15]. Jej działanie polega na zmianie wzbudzenia korowego za pomocą słabego prądu stałego. Charakter zmian zależy od biegunowości elektrod: stymulacja anodowa zwiększa, a katodowa zmniejsza poziom wzbudzenia korowego, co umożliwia oddziaływanie na parametry funkcji ruchowych, percepcyjnych, poznawczych.

Zbadano również wpływ zmiennego pola magnetycznego na pacjentów po udarze mózgu – prekursorem leczenia tą metodą w Polsce był A. Sieroń, który ściśle łączył tę metodę z kinezyterapią [16]. Wszyscy pacjenci, których poddano terapii, uzyskali poprawę stanu zdrowia (zmniejszenie spastyczności, wzrost siły mięśniowej oraz zakresów ruchomości kończyn niedowładnych). Ponadto u tych z afazją zmniejszyło się jej nasilenie. Zaobserwowano, iż najlepszy efekt terapeutyczny można uzyskać u osób, które dzieli jak najkrótszy czas pomiędzy udarem a rozpoczęciem magnetoterapii. Woldańska-Okońska wraz z Czernickim uzyskali dobre efekty przy następujących parametrach stosowanych na okolicę głowy: sinusoidalny kształt impulsu, indukcja pola 2,8 mT, częstotliwość 10 Hz, czas zabiegu: 20 minut [16]. Zabiegi wykonywano codziennie, przez 20 dni. Natomiast J. Pasek i in. stosują z dobrym efektem indukcję pola 10 mT o częstotliwości 40 Hz, 3 razy dziennie po 12 minut [14].

Zaopatrzenie ortopedyczne i sprzęty ułatwiające wykonywanie ADL

W sytuacji osłabienia mięśni okolicy barku może dojść do podwichnięcia – wysuwania głowy kości ramiennej z panewki stawu ramiennego. Rozciąganie aparatu więzadłowego i ścięgien może powodować ból. Aby temu zapobiec, można stosować aparat odwodzący kończynę górną (ryc. 6) – pozycja, którą wymusza ten aparat, niweluje ryzyko powstania przykurczów w stawach proksymalnych, natomiast ręka pozostaje otwarta [17]. Tego typu sprzęt może być używany jedynie w pozycji siedzącej.

Rycina 6. Aparat odwodzący kończynę górną



Źródło: [17]

Drugim przykładem są aparaty zmniejszające ryzyko podwichnięcia, pozwalające na scentrowanie głowy kości ramiennej w panewce. Brak konieczności używania mięśni, to znaczy poddanie się ułożeniu wymuszanemu przez aparat oraz sam ucisk (brak swobodnego przepływu krwi i chłonki) może jednak spowodować obrzęk dystalnych części kończyny. Lepsza może okazać się kamizelka ortopedyczna [17].

Staw łokciowy w kończynie spastycznej ma tendencję do ustawienia zgięciowego. Aby uniknąć powstania przykurczu, można stosować aparat stabilizujący z regulowaną wielkością kątową [17]. Minusem użytkowania takiego aparatu jest jego znaczna wielkość, a także potencjalne zwiększenie patologicznego napięcia mięśniowego w obrębie kończyny górnej.

Ręka spastyczna cechuje się zgięciem dłoniowym nadgarstka, zgięciem palców i przywiedzeniem kciuka aż do zaciśnięcia pięści w skrajnych przypadkach. To stwarza problem z utrzymaniem higieny tej okolicy aż do powstania ran. Rozwiązaniem tej trudności może być zastosowanie łuski plastikowej, która jest anatomicznie wyprofilowana i dość dobrze akceptowana przez pacjentów. Dostępna jest w dwóch wariantach: długim i krótkim. Trzeba jednak wspomnieć, że stale należy kontrolować jakość skóry zabezpieczonej łuską, jak i robić przerwy w jej noszeniu. Ponadto konieczna jest dbałość o czystość sprzętu. Można również wykorzystać łuskę gipsową, którą terapeuta wykonuje sam jako odlew ręki pacjenta (ryc. 7) [17]. Takie rozwiązanie jest korzystne ze względu na niską cenę wytworzenia sprzętu i możliwość idealnego dopasowania.

Rycina 7. Łuska gipsowa



Źródło: [17]

Dość nowym rozwiązaniem są dynamiczne ortezy SaebStretch, które składają się z wymiennej części podpierającej palce (dobiera się ją w zależności od stopnia nasilenia spastyczności), taśm stabilizujących rękę (rozdzielenie palców II-IV i V, co pozwala na właściwą stabilizację palca małego), peloty podpierającej rękę, ściągającego materiału zewnętrznego, nadającego się do prania (ryc. 8). Dodatkowym plusem jest możliwość dopasowania kąta zgięcia lub wyprostu w nadgarstku, a także odwiedzenia lub przywiedzenia kciuka. Podczas wykonywania ćwiczeń chwytania i puszczenia przedmiotów można wspomagająco stosować ortezy SaebFlex i SaebReach (ryc. 8) [18].

Rycina 8. Dynamiczne ortezy SaeboStretch, SaeboFlex, SaeboReach



Źródła:

<http://www.spsco.com/media/catalog/product/p/r/products-saebostretch.jpg>,

<http://ammretherapy.com/wp-content/uploads/2011/04/saeboflex.jpg>,

<http://www.htrehab.co.uk/wp-content/uploads/2015/06/saebo-reach-1000x670.jpg>

Przydatne w adaptacji do warunków obniżonej sprawności są różnego rodzaju przyrządy wspomagające ADL (ang. *activities daily living* – czynności dnia codziennego), czyli na przykład ubieranie, jedzenie, mycie się czy kontynuowanie hobby. Na podstawie dostępnych na polskim rynku produktów przedstawiono poniżej wykaz przydatnych urządzeń w sytuacji obniżenia sprawności kończyny górnej [19]:

- przyrząd do nawlekania igły,
- kultywator, widelec, kielnia, odchwaszczacz, motyka ogrodnicza z ergonomicznym uchwytem,
- przyrząd do ubierania rajstop, skarpet,
- chwytak, również do zakładania butów,
- nożyczki dla niepełnosprawnych (ryc. 9),

Rycina 9. Jeden z modeli nożyczek



Źródło: http://www.pomocelasteniora.pl/grafika/lista/371/medium/xl_peg_5.jpg

- brelok na klucze czy urządzenie zakładane na klamkę do drzwi wydłużające dźwignię, co pozwala na zmniejszenie natężenia siły koniecznej do wykonania tej czynności,
- tasowarka do kart, uchwyt lub stojak do utrzymania talii kart przed sobą,

- obcinacz do paznokci montowany do stołu,
- nakładki profilowane na długopisy,
- przyrząd do zapinania guzików, wspomagający zapinania zamka błyskawicznego,
- regulowana łyżka do butów lub system magnetycznych sznurówek, dzięki którym nie trzeba wiązać butów,
- przyrząd do zakładania stanika,
- przystosowane noże, widelce, szpatułki, tarki, otwieracze,
- tacki i deski antypoślizgowe, z uchwytami na kubek, zginane, aby ułatwić wyrzucenie resztek,
- kubki, z których napój nie wylewa się w razie przewrócenia,
- osłona na talerz,
- ruchome podstawki do czajnika,
- nakładka na sedes z poręczami,
- szczotka, grzebień do włosów oraz szczotka, gąbka do mycia się z długą, wyprofilowaną rączką,
- uchwyty na wannę,
- wyciskarka do pasty do zębów,
- rączka ułatwiająca wysiadanie z samochodu i uchwyt do zapinania pasów samochodowych,
- telefony komórkowe z dużymi klawiszami.

Robotyka oraz wykorzystanie nowoczesnych technologii

W przeciągu ostatnich 20 lat robotyka o profilu medycznym dynamicznie się rozwinęła [20]. Jednym z jej osiągnięć jest powstanie robotów rehabilitacyjnych, nad których udoskonaleniem pracują różne, niezależne jednostki badawcze, na przykład: Department of Biomedical Engineering, University of California (ARM GUIDE), BKIN technologies Ltd., Kanada (KINARM), Department of Bioengineering, Imperial College Londyn (REACHMAN) [20]. Do najbardziej znanych, obecnie dostępnych na rynku ogólnoswiatowym, również w Polsce należą ReoGo, Armeo i Hand Tutor [21]. Stosowanie tego typu urządzeń może pomóc w poprawie precyzji ruchów w trakcie ćwiczeń, zwiększyć liczbę powtórzeń, umożliwić programowanie złożonych sekwencji ruchów. Z drugiej strony ćwiczenia z ich pomocą zapewniają wymierne dane na temat kierunku i stopnia zmian w parametrach ruchu, wzrostu efektywności terapii, skrócenia czasu terapii. Należy jednak pamiętać, że ówczesnie roboty wykorzystuje się jako element terapii, stosowany w połączeniu z farmakoterapią, kinezyterapią, fizykoterapią. W zasadzie nie tworzy się czterokończynowych egzoskieletów, ze względu na bardzo wyspecjalizowaną funkcjonalność dłoni (nie ma wsparcia dla każdego palca oddzielnie), są tworzone dla całej

ręki [20]. Badaniem tego rozwiązania zajmują się głównie instytuty wojskowe, które prawdopodobnie w przyszłości udostępnią je dla użytku medycznego.

Właściwym kierunkiem rehabilitacji w usprawnianiu kończyn górnych jest coraz częstsze wykorzystywanie biofeedbacku (sprzężenia zwrotnego), rzeczywistości wirtualnej (ang. *virtual reality* – VR) czy rzeczywistości rozszerzonej (ang. *augmented reality* – AR). Dla osób niepełnosprawnych bardzo przydatne mogą się okazać rozwiązania w ramach inteligentnego domu (ang. *smart home*) [20]. Biofeedback wykorzystuje aparaturę elektroniczną, pozwalającą pacjentowi nauczyć się zmieniać funkcje fizjologiczne organizmu, aby osiągnąć poprawę zdrowia i podnieść wydolność, efektywność. Inaczej można o tej metodzie powiedzieć, że jest to trening ciała oraz umysłu, pomagający przywrócić świadomość i kontrolę nad procesami fizjologicznymi (między innymi oddechem, tętnem, napięciem mięśniowym, temperaturą skóry). Przykładem może być Brain-Machine Interface (BMI), czyli orteza wyposażona w EEG zakładana na niedowładną kończynę pacjenta. W badanej grupie ćwiczono za jej pomocą raz lub dwa razy w tygodniu godzinę dziennie w ciągu 4 do 7 miesięcy. Po takim treningu, nawet u pacjentów z ciężkim niedowładem, pojawiła się dowolna aktywność prostowników palców. W innym przypadku badano rękawicę z systemem biofeedbacku, działającą dzięki czujnikom SEMG, monitorujących pracę używanych w danym momencie mięśni. Ponadto pacjent miał możliwość wykonania autokorekty dzięki przekazywanym przez sprzęt danym. Z kolei Hsu i wsp. próbowali wpłynąć na usprawnienie zdolności sensorycznych i kontroli sensomotorycznej [22]. Zastosowali prototyp CERB (ang. *computerized evaluation and re-education biofeedback*), który posłużył do oceny zdolności chwytnych i poprawy koordynacji ręki, wobec czego można było wpłynąć na natężenie siły używanej przez pacjentów z deficytami czuciowymi.

Należy również wspomnieć o używaniu w terapii zwiększającej sprawność ręki różnego rodzaju manipulatorów do gier czy w podejściu holistycznym, dla poprawy funkcji całej kończyny górnej, urządzeń typu Kinect czy Playstation Move. Dzięki Kinectowi pacjent gra w gry wideo lub steruje urządzeniami za pomocą głosu i ruchów całego ciała, natomiast Playstation Move zmusza go do używania bezprzewodowego kontrolera w kształcie dość grubej różdżki (dodatkowe ćwiczenie chwytu). Terapeuta może zachęcać pacjenta do wykonywania różnych czynności w formie zabawy, w kontrolowanych warunkach, angażujących zarówno niesprawną kończynę, jak i obie, również w ruchach naprzemiennych.

Podsumowanie

Niezależnie od rodzaju przebytego incydentu mózgowo-naczyniowego faza przewlekła choroby trwa do końca życia pacjenta. Ówczesna medycyna nie posiada odpowiednich metod leczenia, które pozwalałyby na całkowite cofnięcie powstałych deficytów. Dzięki zjawisku plastyczności ludzki mózg jest w stanie przeorganizować swoje działanie poprzez

utworzenie nowej sieci połączeń nerwowych, pozwalającej na przejęcie funkcji utraczonych obszarów. Rolą fizjoterapeuty (jak i innych terapeutów) jest zoptymalizowanie tego procesu, przeprowadzenie zindywidualizowanych ćwiczeń według planu rehabilitacji, począwszy od pierwszych dni w szpitalu, aż do cyklicznych turnusów mających na celu utrzymanie osiągniętych efektów.

Usprawnianie kończyny górnej, a zwłaszcza ręki, jest trudne ze względu na jej bardzo skomplikowaną budowę, stawy o dużej liczbie stopni swobody, pozwalające na wykonywanie precyzyjnych ruchów. Aby móc się samodzielnie przemieścić, chory musi używać obu kończyn dolnych, niezależnie od jakości sposobu, w jaki będzie to robił. Z obserwacji autorki pracy wynika, że w przypadku niesprawności jednej z kończyn górnych chory najczęściej obierze strategię kompensacyjną pomijającą posługiwanie się nią, skrajnie poprosi drugą osobę o wyręczenie w wykonywaniu aktywności w założeniu angażującej obie ręce. W takiej sytuacji bardzo ważne jest pokazanie pacjentowi, iż niedowładna kończyna górna jest funkcjonalna, choć nie w takim zakresie jak przed udarem. Aby zrealizować ten cel, fizjoterapeuta może zastosować ćwiczenia wywodzące się z metody PNF, Bobath dla dorosłych, CIMT, oddziałujące na neurony lustrzane, podeprzeć się działaniem bodźców fizykalnych, stosowaniem elementów zaopatrzenia ortopedycznego i różnego rodzaju przyrządów zaadaptowanych do warunków obniżonej sprawności kończyny górnej oraz skorzystać ze zdobyczy nauki – robotyki, informatyki. Najważniejsze podejście w terapii to holistyczne, uwzględniające potrzeby i cele realne do osiągnięcia przez pacjenta, łączące różne metody i techniki znane fizjoterapeutom przy ścisłej współpracy z innymi specjalistami, na przykład neurologami choćby w kwestii obniżenia spastyczności mięśni za pomocą ostrykiwania toksyną botulinową czy środków farmakologicznych.

Bibliografia

1. Kwolek A. (red.), *Rehabilitacja w udarze mózgu*. Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego, Rzeszów 2011.
2. Wodzińska M., Doryńska A., Stach B., Bober A., Kurzydło W., Szkarłat J. i wsp., *Otępienie i depresja po udarze mózgu*. *Rehabilitacja Medyczna* 2014; 18, 1: 15–20.
3. Światowa Organizacja Zdrowia, *Usprawnianie po udarze mózgu. Poradnik dla terapeutów i pracowników podstawowej opieki zdrowotnej*. Elipsa-Jaim s. c., Kraków 2009.
4. Śliwiński Z., Kopa M., Hałat B., Michalak B., Kufel W., Racheniuik H. i wsp., *Ocena przydatności aplikacji Kinesiology Tapingu u chorych po udarze mózgu usprawnianych metodą PNF. Doniesienie wstępne*. *Fizjoterapia Polska* 2008; 3(4): 325–334.
5. Adler S.S., Beckers D., Buck M., *PNF w Praktyce*. DB Publishing, Błonie 2014.
6. Kaniewski O., Suszyński K., Górka D., Kania D., Szelfer J., Dudek J. i wsp., *Wpływ terapii PNF na proces poprawy motorycznej u pacjentów po niedokrwiennym udarze mózgu zlokalizowanym*

- w lewej półkuli w okresie ostrym rehabilitacji. *Annales Academiae Medicae Silesiensis* 2014; 68, 5: 294–301.
7. Bilińska M., Biliński G., Ciesielski T., Fuchs M., Merta M., Półtorak M. i wsp., *Wykorzystanie koncepcji Bobath w zwalczaniu spastyczności*. *Rehabilitacja w Praktyce* 2013; 2: 14–18.
 8. Hamzei F, Binkofski F., Buccino G., Ertelt D., Hauptmann B., Hummel F. i wsp., *Neurorehabilitacja oparta na dowodach naukowych*, MedPharm Polska, Wrocław 2010.
 9. Sidaway M., Czernicka E, Sosnowski A., *Neuroplastyczność i związane z nią procesy naprawcze w przebiegu usprawniania po udarze mózgu z uwzględnieniem Terapii Ruchem Wymuszonym Koniecznością*. *Postępy Rehabilitacji* 2013; (2): 37–43.
 10. Radajewska A., *Ocena przydatności lustra w rehabilitacji ręki u chorych z niedowładem połowicznym po udarze mózgu – doniesienie wstępne*. *Zeszyty AWF Katowice* 2006; 20/15: 163–176.
 11. Studnicki R., Hansdorfer-Korzon R., Sławek J., *Zastosowanie fizykoterapii w leczeniu spastyczności u pacjentów po udarze mózgu*. *Rehabilitacja w Praktyce* 2015; 4: 47–52.
 12. Kwolek A., Myjkowska E., Pop T., *Nowe metody w leczeniu spastyczności kończyny górnej u osób po udarze mózgu*. *Postępy Psychiatrii i Neurologii* 2004; 18, supl 2: 53–57.
 13. Olchowik B., Sobaniec W., Sołowiej E., Sobaniec P., *Aspekty kliniczne zwalczania spastyczności*, *Neurologia Dziecięca* 2009; 18, 36: 47–57.
 14. Pasek J., Mucha R., Opara J., Sieroń A., *Rehabilitacja i fizykoterapia po udarze niedokrwiennym mózgu*. *Rehabilitacja w Praktyce* 2007; 2: 35–39.
 15. Guzik A., *Nowe kierunki w fizjoterapii osób po udarze mózgu*. *Przegląd Medyczny Uniwersytetu Rzeszowskiego i Narodowego Instytutu Leków w Warszawie* 2010; 4: 401–409.
 16. Wójtowicz S., Kochanowski J., Stolarski J., Ścibek J., Józefiak-Wójtowicz A., *Wpływ zmiennego pola magnetycznego na wyniki rehabilitacji pacjentów z udarem niedokrwiennym mózgu*. *Rehabilitacja w Praktyce* 2015; 3: 41–44.
 17. Mikołajewska E., *Neurorehabilitacja. Zaopatrzenie ortopedyczne*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2009.
 18. Czarnek J., *Dynamiczna ortotyka w neurologii – nowe standardy i możliwości dla pacjentów i fizjoterapeutów*. *Praktyczna Fizjoterapia i Rehabilitacja* 2015; 58: 20–23.
 19. www.pomocelasteniara.pl [data dostępu: 25.07.2016]
 20. Mikołajewska E., Mikołajewski D., *Nowoczesne rozwiązania techniczne w usprawnianiu kończyn górnych*. *Annales Academiae Medicae Silesiensis* 2012; 66, 4: 34–40.
 21. Mikołajewska E., Mikołajewski D., *Wykorzystanie robotów rehabilitacyjnych do usprawniania. Niepełnosprawność – Zagadnienia, Problemy, Rozwiązania* 2013; 4 (9): 21–44.
 22. Kwolek A., Podgórska J., Rykała J., Leszczak J., *Zastosowanie biofeedbacku w rehabilitacji neurologicznej*, *Przegląd Medyczny Uniwersytetu Rzeszowskiego i Narodowego Instytutu Leków w Warszawie* 2013; 3: 379–388.