

Bogdanovska Nadezhda. The tactics of the restoration of the movement of the upper limb after a poster traumatic brain injury by physical rehabilitation. *Journal of Education, Health and Sport*. 2017;7(1):731-743. eISSN 2391-8306. DOI <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.2562270> <http://ojs.ukw.edu.pl/index.php/johs/article/view/6586>

The journal has had 7 points in Ministry of Science and Higher Education parametric evaluation. Part B item 1223 (26.01.2017).  
1223 Journal of Education, Health and Sport eISSN 2391-8306 7  
© The Author (s) 2017;

This article is published with open access at Licensee Open Journal Systems of Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz, Poland  
Open Access. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author(s) and source are credited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.  
This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.  
The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this paper.  
Received: 27.03.2017. Revised 28.03.2017. Accepted: 27.01.2017.

## The tactics of the restoration of the movement of the upper limb after a poster traumatic brain injury by physical rehabilitation

Nadezhda Bogdanovska

Zaporizhzhya National University

### Abstract

This article is a review conducted to analyze existing data on modern methods of physical rehabilitation of patients with brain damage. The loss of functional movement is a common consequence of the effects of traumatic brain injury, for which a wide range of interventions has been developed. Physical rehabilitation of persons with traumatic brain damage is currently based on evidence of neuroplasticity. The therapeutic method, which is based on neuroplasticity, leads to better motor and functional recovery than traditional methods. In addition, the restoration is permanent. **Purpose:** based on the study of the current state of the problem of restoration of motor function of the upper limb determine the feasibility of the use of CIMT therapy in the program of physical rehabilitation of individuals with the effects of traumatic brain injury. **Methods of research:** analysis of scientific literature, synthesis and generalization. **Results.** Limit-induced movement therapy (CIMT therapy) is a specialized approach that is used to increase the use of a limb affected by an acute cerebrovascular accident or traumatic brain damage. CIMT therapy is based on a targeted approach to improve the functional use and control of the affected limb. A number of studies of neuro-visualization and transcranial magnetic stimulation have shown that the use of CIMT therapy can cause massive cortical reorganization. From the point of view of research on the effectiveness of this therapeutic intervention, the high quality of randomized controlled studies have shown a positive effect on patients with the effects of brain damage.

However, the functional benefits are largely limited to those patients who have active movements in the wrist and knuckles, as well as from the beginning of therapeutic measures. It has been determined that patients who use CIMT therapy 3–9 months after brain damage achieve a greater functional benefit than using therapy in delayed treatment. **Conclusions:** It has been found that the effects of CIMT therapy and its modified versions improve movements, not only remain stable for several months after completion of therapy, but also contribute to the improvement of everyday functional tasks.

**Keywords:** physical rehabilitation, traumatic brain injury, CIMT-therapy, neuroplasticity.

УДК 796-085:616-053

## **Тактика відновлення рухової функції верхньої кінцівки після перенесеної черепно-мозкової травми засобами фізичної реабілітації**

**Надія Богдановська**

**Запорізький національний університет**

### **Анотація**

Ця стаття являє собою огляд, який проведений для аналізу існуючих даних про сучасні методи фізичної реабілітації пацієнтів з ураженням головного мозку. Втрата функціонального руху є поширеним наслідком наслідків черепно-мозкової травми, для якого розроблено широкий спектр втручань. Фізична реабілітація осіб з травматичним ураженням головного мозку в даний час заснована на доказах нейропластичності. Терапевтичний метод, який заснований на нейропластичності, призводить до кращого рухового та функціонального відновлення, ніж традиційні методи. Крім того, відновлення носить постійний характер. **Мета:** на підставі вивчення сучасного стану проблеми відновлення рухової функції верхньої кінцівки визначити доцільність застосування CIMT-терапії в програмі фізичної реабілітації осіб з наслідками черепно-мозкової травми. **Методи дослідження:** аналіз наукової літератури, синтез і узагальнення. **Результати.** Рухова терапія, індукованим обмеженням (CIMT-терапія), є спеціалізованим підходом, який використовується для збільшення використання кінцівки, ураженої в результаті гострого порушення мозкового кровообігу або

травматичного ураження головного мозку. СІМТ-терапія заснована на цілеспрямованому підході для поліпшення функціонального використання та контролю ураженої кінцівки. Використання СІМТ-терапії може викликати масивну кортикальну реорганізацію. С точки зору досліджень по вивченню ефективності цього терапевтичного втручання, висока якість рандомізованих контрольованих досліджень, показали позитивний вплив на пацієнтів з наслідками ураження головного мозку. Проте, функціональні переваги в значній мірі обмежені тими пацієнтами, у яких є активні рухи в променево-зап'ястковому суглобі та суглобах пальців кисті, а також від початку проведення терапевтичних заходів. Визначено що пацієнти, які використовуються СІМТ-терапію через 3-9 місяців після ураження головного мозку досягають більшої функціональної вигоди, ніж при використанні терапії у відстроченому лікуванні. **Висновки.** Виявлено, що ефекти СІМТ-терапії, і її модифікованих версій покращують руху, які не тільки залишаються стабільними протягом декількох місяців після завершення терапії, але і сприяють поліпшенню повсякденних функціональних завдань.

**Ключові слова:** фізична реабілітація, черепно-мозкова травма, СІМТ-терапія, нейропластичність

**Тактика восстановления двигательной функции верхней конечности после перенесенной черепно-мозговой травмы средствами физической реабилитации**

**Надежда Богдановская**

**Запорожский национальный университет**

#### **Аннотация**

Эта статья представляет собой обзор, который проведен для анализа существующих данных о современных методах физической реабилитации пациентов с поражением головного мозга. Потеря функционального движения является распространенным последствием последствий черепно-мозговой травмы, для которого разработан широкий спектр вмешательств. Физическая реабилитация лиц с травматическим поражением головного мозга в настоящее время основана на доказательствах нейропластичности. Терапевтический метод, который основан на

нейропластичности, приводит к лучшему двигательного и функционального восстановления, чем традиционные методы. Кроме того, восстановление носит постоянный характер. **Цель:** на основании изучения современного состояния проблемы восстановления двигательной функции верхней конечности определить целесообразность применения СИМТ-терапии в программе физической реабилитации лиц с последствиями черепно-мозговой травмы. **Методы исследования:** анализ научной литературы, синтез и обобщение. **Результаты.** Двигательная терапия, индуцированным ограничением (СИМТ-терапия), является специализированным подходом, который используется для увеличения использования конечности, пораженной в результате острого нарушения мозгового кровообращения или травматического поражения головного мозга. СИМТ-терапия основана на целенаправленном подходе для улучшения функционального использования и контроля пораженной конечности. Ряд исследований нейро-визуализации и транскраниальной магнитной стимуляции показали, что использование СИМТ-терапии может вызвать массивную кортикальной реорганизацию. С точки зрения исследований по изучению эффективности этого терапевтического вмешательства, высокое качество рандомизированных контролируемых исследований, показали положительное влияние на пациентов с последствиями поражения головного мозга. Однако, функциональные преимущества в значительной степени ограничены теми пациентами, у которых есть активные движения в лучезапястном суставе и суставах пальцев кисти, а также с начала проведения терапевтических мероприятий. Определено, что пациенты, которые используются СИМТ-терапию через 3-9 месяцев после поражения головного мозга достигают большей функциональной выгоды, чем при использовании терапии в отсроченном лечении. **Выводы.** Обнаружено, что эффекты СИМТ-терапии и ее модифицированных версий улучшают движения, не только остаются стабильными в течение нескольких месяцев после завершения терапии, но и способствуют улучшению повседневных функциональных задач.

**Ключевые слова:** физическая реабилитация, черепно-мозговая травма, СИМТ- терапия, нейропластичность.

#### **Постановка наукової проблеми і аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Важливість вивчення посттравматичних розладів зумовлена тим, що, по-перше, черепно-мозкова травма (ЧМТ) є одним з найбільш частих і тяжких видів травми, частота її виникнення має тенденцію до збільшення; по-друге, ЧМТ переважно

відзначають в осіб молодого та середнього віку, тобто, найбільш активної в соціальному та трудовому відношенні частини населення [2]. Частота ЧМТ становить 1,8–5,4 на 100 000 населення. За даними ВООЗ, щороку вона збільшується на 2%. В Україні ЧМТ щороку виникає майже у 100–200 тис. потерпілих, близько 1 млн. встановлена інвалідність внаслідок ЧМТ. У 50–90% хворих після травми головного мозку зберігаються неврологічні симптоми або формуються нові неврологічні синдроми, що спричиняє втрату працездатності у 45% з них [1, 8, 9].

На відміну від епідеміології гострої ЧМТ, епідеміологія наслідків ЧМТ недостатньо вивчена. За результатами досліджень частота лише хірургічно значущих наслідків ЧМТ становить 15–18 на 100 000 населення [21].

Незважаючи на певні успіхи у відновному лікуванні хворих з травматичним ураженням мозку, питання пов'язані реабілітацію функціональних рухових порушень залишаються недостатньо вивченими.

Питання відновлення хворих з травматичним ураженням мозку — предмет пильної уваги багатьох фахівців, котрі займаються з цією категорією хворих на різних етапах відновного лікування [1, 21]. Кінезітерапію вважають одним із найважливіших видів відновного лікування, основою різних терапевтичних комплексів, теоретичними та практичними питаннями якої займалися багато вітчизняних і зарубіжних дослідників. З числа багатьох методик відновлення рухів у верхній кінцівки та повсякденного життя хворих на інсульт виділяють лікування рухом індукованим обмеженням (далі – СІМТ терапія). Суть СІМТ-терапії полягає в поетапному тренуванні або формуванні рухових навичок, складність яких згодом підвищується. Виходячи з цього положення, методика спрямована на зниження компенсаційного використання здорової кінцівки, реорганізації рухової зони кори головного мозку, поліпшення рухів і навичок, які виконуються паретичною кінцівкою [6, 15].

Проте до сьогодні проблема нейрореабілітації хворих з ЧМТ повністю не вивчена. У наявних класифікаціях рухових порушень належно не відображено складні патогенетичні механізми формування неврологічного рухового дефіциту, не достатньо вивчено патогенетичну неоднозначну клінічну структуру рухового дефіциту. При всьому різноманітті використовуваних методик відновлення втрачених функцій у хворих з травматичним ураженням головного мозку на сьогодні не має єдиної системи диференційованого використання засобів і методів фізичної реабілітації, що враховує не лише особливості розвитку ЧМТ, а й особливості розвитку рухової функції в нормі в процесі онтогенезу, стадійність спонтанного відновлення функцій після ЧМТ,

можливості раціонального поєднання науково обґрунтованих рекомендацій і переваг різних підходів кінезитерапії при відновному лікуванні окремого конкретного хворого [1]. Отже, зберігається доцільно пошуку більш ефективних підходів фізичної реабілітації хворих з травматичним ураженням мозку на основі сучасних знань про поліморфну клінічну структуру захворювання, патофізіологічних механізмів її формування та спонтанної компенсації, особливості становлення й регуляції рухової навички, що може сприяти більш ефективному відновленню порушених функцій.

**Мета роботи.** На підставі вивчення сучасного стану проблеми відновлення рухової функції верхньої кінцівки визначити доцільність застосування СІМТ-терапії в програмі фізичної реабілітації осіб з наслідками черепно-мозкової травми.

**Завдання:** проаналізувати особливості СІМТ-терапії для відновлення функціонального стану верхньої кінцівки, визначити перспективи використання терапії вимушеними рухами.

**Методи дослідження:** аналіз, синтез та узагальнення науково - методичної літератури стосовно питання відновлення функціональних показників верхньої кінцівки.

**Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження.**

Метою СІМТ терапії є сприяння використанню кінцівки, функціонально порушеною після черепно-мозкової травми, базуючись на механізмах нейропластичності.

Поняттям нейропластичності є те, що активність мозку, пов'язана з цією функцією, може бути перенесена в інше місце; це може бути результатом нормального досвіду, а також відбувається в процесі відновлення після травми головного мозку. Нейропластичність є фундаментальною проблемою, яка підтримує наукову основу для лікування черепно-мозкової травми з допомогою цілеспрямованих експериментальних терапевтичних програм в контексті реабілітаційних підходів до функціональних наслідків травми [20]. Нейропластичність набуває все більшої популярності як теорія, яка, принаймні частково, пояснює поліпшення функціональних результатів в процесі фізичної терапії рухових порушень у неврологічних хворих. Методи реабілітації, підкріплені фактичними даними, які припускають реорганізацію кори як механізм зміни, включають в себе СІМТ-терапію, функціональну електростимуляцію, тренування на біговій доріжці з підтримкою ваги тіла і терапію в віртуальній реальності [17].

СІМТ-терапія була розроблена Едвардом Таубом з Університету Алабами в Бірмінгемі. Тауб стверджує, що після ураження головного мозку пацієнт перестає використовувати уражену кінцівку, тому що він збентежений труднощами [16]. В результаті починається процес, який Тауб називає «вивченим невикористанням», що ще більше погіршує ситуацію. Вивчене невикористання є типом негативного зворотного зв'язку. Люди не можуть рухати своєю ураженою кінцівкою, або руху неефективні та незграбні, і у відповідь на це відбувається зменшення рухів. Саме цей процес СІМТ-терапія прагне ліквідувати.

Метою СІМТ-терапії є обмеження використання неушкодженої кінцівки і інтенсивного використання ураженої. Типи утримуючих пристроїв включають слінгові або трикутну пов'язку, шину, стропу в поєднанні з шиною для відпочинку, рукавицю [4]. Визначення типу обмеження, використовуваного для терапії, залежить від необхідного рівня безпеки в залежності від інтенсивності терапії. Деякі обмеження не дозволяють особі використовувати руку і кисть, хоча дозволяють використовувати не задіяну верхню кінцівку для захисту шляхом витягування руки в разі втрати рівноваги для запобігання падінню [18]. Обмеження зазвичай полягає в тому, щоб покласти руку на неушкоджену руку або стропу або шину на неушкоджену руку, примушуючи використовувати уражену кінцівку з метою заохочення цілеспрямованих рухів при виконанні функціональних завдань [5].

У літературі реабілітаційного профіля був використан термін «синергії» для опису ненормального або неупорядкованого управління рухом. Аномальні синергичні стереотипні паттерни руху, які не можуть бути змінені або адаптовані до змін в завданні рухового навичку. Аномальні синергії відображають відсутність фракціонування, яка визначається як здатність рухатися єдиним суглобом без одночасного формування рухів в інших суглобах. Оскільки м'язи в ненормальній синергії настільки тісно пов'язані, що рух за межами встановленого зразка часто не представляється можливим [17].

Традиційно, СІМТ-терапія включає обмеження неушкодженою руки у пацієнтів с геміпарезом протягом 90% годин неспанья задіявши уражену кінцівку в ряді повсякденних занять [5, 15]. Однак, з огляду на труднощі дотримання часових рамок (як серед пацієнтів, так і серед лікарів), що проявляється в відшкодування витрат і рівні безпеку пацієнтів, подальші дослідження варіювалися по годинах обмеження кінцівки в день і тривалості терапії. Зокрема, СІМТ терапія передбачала виконання контрольованих структурованих завдань ураженою кінцівкою 6 годин на день протягом

10 днів протягом 14-денного періоду. Проте на додаток до терапії назначається носіння обмежувальної шини протягом 90% годин активності вдома. Цей компонент програми призначений сприяти активному ставленню пацієнтів до процесу відновлення. Пацієнтам пропонується вести щоденники лікування для відстеження використання ураженої кінцівки вдома [21].

В якості альтернативи, модифіковані протоколи СІМТ терапії, виявилися такими ж ефективними, як і «традиційні» протоколи терапії [6, 14]. Найбільш встановлена, широко використовувана і заснована на фактичних даних форма модифікованої СІМТ-терапії, яка, як було встановлено, є ефективною в поліпшенні моторного контролю, пропонує пацієнтам відвідувати цільові сеанси терапії тривалістю півгодини в день протягом 3 днів. / Тиждень протягом 10-тижневого періоду. Одночасно пацієнти носять рукавичку на ураженій кінцівці протягом 5 годин / в будні день протягом того ж 10-тижневого періоду [6]. Модифікований режим терапії, протягом 10-тижневого періоду, в більшій мірі відповідає амбулаторним схемами лікування в усьому світі, є менш дорогим, і ефективність, як було показано, порівнянна до більш інтенсивним графіком терапії.

Практикуючі фахівці відзначають, що пацієнти з геміпарезом протягом багатьох років відновлюють використання верхньої кінцівки за допомогою СІМТ терапії. Проте, було показано, що ранній початок застосування СІМТ терапії (через 3-9 місяців після ураження головного мозку) призведе до більшої функціональної вигоди, ніж при відстроченому лікуванні (через 15-21 місяців), [19] однак без будь-яких переваг, пов'язаних з його призначенням в гострому періоді (<3 місяці після ураження). Однак для пацієнтів, які мають глибокий параліч верхньої кінцівки, як правило, не застосовують СІМТ терапії [10, 11]. СІМТ терапію і модифікованої терапії СІ недоцільно застосовувати якщо у пацієнтів відсутня довільне розгинання зап'ястя і пальців. Як зазначалося вище, цей критерій, як правило, обмежує населення, придатне для цього терапії, до 20-25% від всієї популяції пацієнтів [7, 18].

Критерієм оцінки ефективності СІМТ-терапії виступає проведення тесту АРА (Action Research Arm Test), яких використовується для виявлення специфічних змін в функції верхньої кінцівки серед людей, які перенесли пошкодження кори головного мозку, що призвело до геміплегії. Він оцінює здатність пацієнта використовувати об'єкти, що відрізняються за розміром, вагою і формою, і, отже, визначає рівень координації, спритності і функціонування кінцівки [12].



Було показано, що як СІМТ, так і модифікована СІ терапія є ефективним засобом реабілітації незалежно від початкового рівня рухової здатності, ступеня хронічності, кількості попередньої терапії, сторони геміпареза або локалізації ураження [7].

СІАТ (терапія афазії, індукованим обмеженням) – це адаптація СІМТ для людей з афазією. Вона може бути використана для осіб з вираженою або рецептивною афазією. Як і СІМТ, лікування є інтенсивним і зазвичай відбувається протягом десяти днів протягом декількох годин в день. У СІАТ пацієнт повинен використовувати усне спілкування без жестів або вказівок. Обмеження накладаються на використання жестів з метою поліпшення мовного спілкування [13].

У зарубіжних наукових джерелах СІМТ-терапія представлена одним з основних методів реабілітації верхньої кінцівки [19]. У дослідженні А. Barzel і співавт [3]. 144 хворим в відновлювальному періоді інсульту проводили СІМТ-терапію протягом двох тижнів по 5 днів на тиждень, по 6 годин на день. В результаті лікування було виявлено зниження больового синдрому, зменшення спастичності параартрікулярних м'язів і обсягу руху в верхньої кінцівки, поліпшення функціонального стану і якості життя і потенціювання терапевтичного ефекту СІМТ-терапії в комплексі з ПНФ-терапією та ерготерапією.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Вивчення застосування СІМТ-терапії в програмі фізичної реабілітації, свідчить про її перевагу порівняно із загальноприйнятою зважаючи на те, що СІМТ-терапія вирішує завдання моделювання симетричного фізіологічного контролю за руховою функцією з боку нервової системи, що сприяє відновленню функцій верхньої кінцівки та покращує активність повсякденного життя осіб з наслідками травматичного ураження мозку.

Перспективи подальших досліджень вбачаємо у проведенні реабілітаційних заходів із залученням до програми фізичної реабілітації СІМТ-терапію з метою покращення функціонального стану верхньої кінцівки у осіб з наслідками черепно-мозкової травми.

### **Література:**

1. Помников ВГ, Макаров АЮ, Белозерцева ИИ, и др. Комплексная классификация последствий черепно-мозговой травмы и возможности ее использования в практике медико-социальной экспертизы и реабилитации. Медико-социальная экспертиза и реабилитация. 2008: 48.

2. Потапов ОО, Кмита ОП. Травматична хвороба головного мозку: діагностика, перебіг та прогнозування. Вісник СумДУ. 2012;(2):59-67.
3. Barzel A, Ketels G, Tetzlaff B, Krüger H, Haevernick K, Daubmann A, Wegscheider K, Scherer M. Enhancing activities of daily living of chronic stroke patients in primary health care by modified constraint-induced movement therapy (HOMECIMT): study protocol for a cluster randomized controlled trial. *Trials*. 2013; 14: 334.
4. Charles J, Gordon A. "A Critical Review of Constraint-Induced Movement Therapy and Forced Use in Children with Hemiplegia". *Neural Plasticity*. 2005; 12 (2–3): 245–61
5. Deluca SC, Echols K, Law CR, Ramey SL. Intensive Pediatric Constraint-Induced Therapy for Children with Cerebral Palsy: Randomized, Controlled, Crossover Trial. *Journal of Child Neurology*. 2006; 21 (11): 931–8.
6. Fleet A, Page S, MacKay-Lyons M, Boe S. Modified constraint-induced movement therapy for upper extremity recovery post stroke: what is the evidence?. *Topics in Stroke Rehabilitation*. 2014; 21 (4): 319–331.
7. Gauthier LV, Taub E, Mark VW, Perkins C, Uswatte G. Improvement After Constraint-Induced Movement Therapy is Independent of Infarct Location in Chronic Stroke Patients. *Stroke*. 2009; 40 (7): 2468–72.
8. Grygus I., Romanyshyn M. Clinical review of physical therapy intervention for ataxia. *Journal of Health Sciences*. 2013; 3 (10): 203-232.
9. Kokhan S.T., Pateyuk A.V., Mingalova M.S., Grygus I.M. Use hippotherapy in physical rehabilitation of patients with different pathologies. *Journal of Education, Health and Sport*. 2015;5(2):289-296.
10. Levy CE, Nichols DS, Schmalbrock PM, Keller P, Chakeres DW. Functional MRI evidence of cortical reorganization in upper-limb stroke hemiplegia treated with constraint-induced movement therapy. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. 2001; 80 (1): 4–12.
11. Liepert J, Bauder H, Miltner WR, Taub E, Weiller C, Weiller C. Treatment-Induced Cortical Reorganization After Stroke in Humans. *Stroke*. 2000; 31 (6): 1210–6.
12. McDonnell M. Action Research Arm Test. *Australian Journal of Physiotherapy*. 2008;54(3):220.
13. Page SJ, Wallace SE. Speech language pathologists' opinions of constraint-induced language therapy. *Topics in Stroke Rehabilitation*. 2014; 21 (4): 332–338.

14. Sterr A, Elbert T, Berthold I, Kölbl S, Rockstroh B, Taub E. Longer versus shorter daily constraint-induced movement therapy of chronic hemiparesis: an exploratory study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2002; 83 (10): 1374–1377.
15. Sutcliffe TL, Logan WJ, Fehlings DL. Pediatric Constraint-Induced Movement Therapy is Associated with Increased Contralateral Cortical Activity on Functional Magnetic Resonance Imaging. *Journal of Child Neurology*. 2009; 24 (10): 1230–5.
16. Taub E, Morris DM. Constraint-induced movement therapy to enhance recovery after stroke. *Current Atherosclerosis Reports*. 2001; 3 (4): 279–86
17. Thiago F. Plasticity and redundancy in the integration of adult born neurons in the hippocampus. *Neurobiology of Learning and Memory*. 2018; 155: 136–142.
18. Winstein CJ, Miller JP, Blanton S, Taub E, Uswatte G, Morris D, Nichols D, Wolf S. Methods for a multisite randomized trial to investigate the effect of constraint-induced movement therapy in improving upper extremity function among adults recovering from a cerebrovascular stroke. *Neurorehabilitation and neural repair*. 2003; 17 (3): 137–52.
19. Wolf SL, Winstein CJ, Miller JP, Taub E, Uswatte G, Morris D, Giuliani C, Light KE, et al. Effect of Constraint-Induced Movement Therapy on Upper Extremity Function 3 to 9 Months After Stroke: The EXCITE Randomized Clinical Trial. *JAMA: the Journal of the American Medical Association*. 2006; 296 (17): 2095–104.
20. Young JA, Tolentino M. Neuroplasticity and its Applications for Rehabilitation. *American Journal of Therapeutics*. 2011; 18 (1): 70–80.
21. Zhu Yi, Su Bin, Li Ning, Jin Hongzhu. Pain management of hemiplegic shoulder pain post stroke in patients from Nanjing, China. *Neural. Regeneration Res*. 2013; 8 (25): 2389-98.

## References:

1. Pomnikov V.G., Makarov A.Y., Belozertseva A.I., and others. Complex classification of the effects of traumatic brain injury and the possibility of its use in the practice of medical and social expertise and rehabilitation. *Medical and social expertise and rehabilitation*. 2008. 48 p.
2. Potapov O.O., Kmita O.P. Traumatic pain in the brain: diagnosis, overlooked and predicted. *Visnya SumDU*. 2012. №2. P. 59-67.
3. Barzel A., Ketels G., Tetzlaff B., Krüger H., Haevernick K., Daubmann A., Wegscheider K., Scherer M. Enhancing activities of daily living of chronic stroke patients in

primary health care by modified constraint-induced movement therapy (HOMECIMT): study protocol for a cluster randomized controlled trial. *Trials*. 2013. №14. P.334.

4. Charles J., Gordon A. A Critical Review of Constraint-Induced Movement Therapy and Forced Use in Children with Hemiplegia. *Neural Plasticity*. 2005. №12 (2–3). P. 245–61

5. Deluca S.C., Echols K., Law C.R., Ramey S.L. Intensive Pediatric Constraint-Induced Therapy for Children with Cerebral Palsy: Randomized, Controlled, Crossover Trial. *Journal of Child Neurology*. 2006. №21 (11). P. 931–8.

6. Fleet A., Page S., MacKay-Lyons M., Boe S. Modified constraint-induced movement therapy for upper extremity recovery post stroke: what is the evidence?. *Topics in Stroke Rehabilitation*. 2014. №21 (4). P. 319–331.

7. Gauthier L.V., Taub E., Mark V.W., Perkins C., Uswatte G. Improvement After Constraint-Induced Movement Therapy is Independent of Infarct Location in Chronic Stroke Patients. *Stroke*. 2009. №40 (7). P. 2468–72.

8. Grygus I., Romanyshyn M. Clinical review of physical therapy intervention for ataxia. *Journal of Health Sciences*. 2013; 3 (10): 203-232.

9. Kokhan S.T., Pateyuk A.V., Mingalova M.S., Grygus I.M. Use hippotherapy in physical rehabilitation of patients with different pathologies. *Journal of Education, Health and Sport*. 2015;5(2):289-296.

10. Levy C.E., Nichols D.S., Schmalbrock P.M., Keller P., Chakeres D.W. Functional MRI evidence of cortical reorganization in upper-limb stroke hemiplegia treated with constraint-induced movement therapy. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. 2001. №80 (1). P.4–12.

11. Liepert J., Bauder H., Miltner W.R., Taub E., Weiller C., Weiller C. Treatment-Induced Cortical Reorganization After Stroke in Humans. *Stroke*. 2000. №31 (6). P. 1210–6.

12. McDonnell M. Action Research Arm Test. *Australian Journal of Physiotherapy*. 2008. №54 (3). P. 220.

13. Page S.J., Wallace S.E. Speech language pathologists' opinions of constraint-induced language therapy. *Topics in Stroke Rehabilitation*. 2014. №21 (4). P. 332–338.

14. Sterr A., Elbert T., Berthold I., Kölbels S., Rockstroh B., Taub E. Longer versus shorter daily constraint-induced movement therapy of chronic hemiparesis: an exploratory study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2002. №83 (10). P. 1374–1377.

15. Sutcliffe T.L., Logan W.J., Fehlings D.L. Pediatric Constraint-Induced Movement Therapy is Associated with Increased Contralateral Cortical Activity on Functional Magnetic Resonance Imaging. *Journal of Child Neurology*. 2009. №24 (10). P.1230–5.
16. Taub E., Morris D.M. Constraint-induced movement therapy to enhance recovery after stroke. *Current Atherosclerosis Reports*. 2001. №3 (4). P. 279–86
17. Thiago F. Plasticity and redundancy in the integration of adult born neurons in the hippocampus. *Neurobiology of Learning and Memory*. 2018. №155: P.136–142.
18. Winstein C.J., Miller J.P., Blanton S., Taub E., Uswatte G., Morris D., Nichols D., Wolf S. Methods for a multisite randomized trial to investigate the effect of constraint-induced movement therapy in improving upper extremity function among adults recovering from a cerebrovascular stroke. *Neurorehabilitation and neural repair*. 2003. №17 (3). P. 137–52.
19. Wolf S.L., Winstein C.J., Miller J.P., Taub E., Uswatte G., Morris D., Giuliani C., Light K.E., et al. Effect of Constraint-Induced Movement Therapy on Upper Extremity Function 3 to 9 Months After Stroke: The EXCITE Randomized Clinical Trial. *JAMA: the Journal of the American Medical Association*. 2006. №296 (17). P. 2095–104.
20. Young J.A., Tolentino M. Neuroplasticity and its Applications for Rehabilitation. *American Journal of Therapeutics*. 2011. №18 (1). P. 70–80.
21. Zhu Yi, Su Bin, Li Ning, Jin Hongzhu. Pain management of hemiplegic shoulder pain post stroke in patients from Nanjing, China. *Neural. Regeneration Res*. 2013. №8 (25). P. 2389-98.