

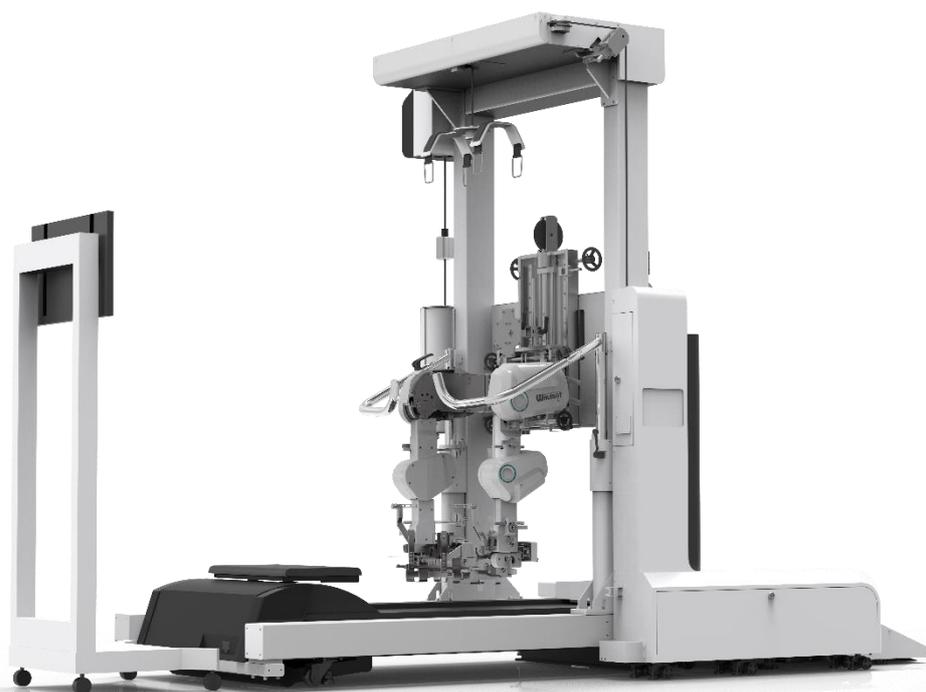


Применение роботизированной
локомоторной системы «**Walkbot**»
в восстановлении функции ходьбы
при патологии центральной
нервной системы

2024 г.

**КАЗАНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ МЕДИЦИНСКАЯ АКАДЕМИЯ –
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКАЯ МЕДИЦИНСКАЯ АКАДЕМИЯ НЕПРЕРЫВНОГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

Учебно-методическое пособие



Авторы:

Бодрова Р.А. – заведующий кафедрой реабилитологии и спортивной медицины КГМА – филиала ФГБОУ ДПО РМАНПО МЗ РФ, главный внештатный специалист по медицинской реабилитации Министерства здравоохранения Республики Татарстан, председатель Татарстанского отделения общества «Союза реабилитологов России», член президиума «Союза реабилитологов России», член президиума Всероссийского общества врачей физиотерапевтов и курортологов, д.м.н., доцент.

Делян А.М. – главный врач ГАУЗ «Городская клиническая больница №7» г. Казани.

Хусаинова Э. Р. – заведующая отделением медицинской реабилитации пациентов с нарушением функции ЦНС ГАУЗ «ГКБ №7» г. Казани, главный внештатный специалист по медицинской реабилитации управления Здравоохранения по городу Казань, к.м.н.

Фадеев Г.Ю. – ассистент кафедры реабилитологии и спортивной медицины КГМА – филиала ФГБОУ ДПО РМАНПО МЗ РФ, врач ЛФК ГАУЗ «Госпиталь для ветеранов войн» г. Казани.

Хазиев А.А. – врач ЛФК ГАУЗ «Городская клиническая больница №7» г. Казани.

Рецензенты:

Хабиров Фарит Ахатович – заведующий кафедрой неврологии КГМА – филиала ФГБОУ ДПО РМАНПО МЗ РФ, д. м. н., профессор.

Хасанова Дина Рустемовна – главный внештатный ангионевролог МЗ Республики Татарстан, профессор кафедры неврологии и нейрохирургии ФПК и ППС КГМУ, д.м.н.

Бодрова Р.А., Делян А.М., Хусаинова Э.Р., Фадеев Г.Ю., Хазеев А.А.

Применение роботизированной локомоторной системы «Walkbot» в восстановлении функции ходьбы при патологии центральной нервной системы: учебно-методическое пособие / Бодрова Р.А., Делян А.М., Хусаинова Э.Р., Фадеев Г.Ю., Хазеев А.А.; КГМА– филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России. – Казань; 2024.- 16с.

В учебно-методическом пособии изложены характеристика и принцип работы роботизированной локомоторной системы для восстановления функции ходьбы «Walkbot», показания и противопоказания к применению, примеры методик использования. Учебно-методическое пособие предназначено для руководителей медицинских организаций и их структурных подразделений, врачей физической и реабилитационной медицины, врачей лечебной физкультуры, физических терапевтов.

Учебно-методическое пособие утверждено и рекомендовано к изданию Методическим советом КГМА – филиала ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России.

Содержание

1. Введение	5
2. Особенности роботизированной локомоторной системы.	5
3. Показания к использованию роботизированной локомоторной системы для восстановления функции ходьбы Walkbot	7
4. Противопоказания к использованию роботизированной локомоторной системы для восстановления функции ходьбы Walkbot.....	8
5. Характеристика и принцип работы роботизированной локомоторной системы для восстановления функции ходьбы Walkbot.....	10
6. Режим тренировки	12
7. Методика использования роботизированной локомоторной системы: ...	12
Список литературы	16

1. Введение

Актуальность

Инсульт остается основной причиной длительной инвалидизации у взрослых, 80–86 % выживших больных становятся инвалидами. Среди последствий острого нарушения мозгового кровообращения (ОНМК), наиболее часто приводящих к инвалидности, на первом месте находится нарушение двигательных функций, что составляет 81,2 % . У 37 % больных, перенесших инсульт в каротидном бассейне, в течение 6 месяцев происходит как минимум одно падение. В 8 % случаев данные падения приводят к переломам. Возрастёт риск социальной изоляции больного человека, появляется страх повторных падений.

Таким образом, одной из основных задач реабилитации больных после инсульта является восстановление двигательных функций, которые в наибольшей степени влияют на социальную независимость и трудоспособность пациента. Ранняя мобилизация пациентов с использованием роботизированной системы тренировки ходьбы эффективна для восстановления опорно-двигательного аппарата, с одновременным повышением сердечно-легочной выносливости организма и психологической мотивации к участию в процессе реабилитации.

2. Особенности роботизированной локомоторной системы.

Система Walkbot - это роботизированное устройство для тренировки опорно-двигательного аппарата, который моделирует и воспроизводит естественную человеческую походку и тем самым посылает сигналы в центральную нервную систему о правильной ходьбе. Уникальность Walkbot в его роботизированных ортезах, они надеваются непосредственно на нижние конечности пациента, моделируют ходьбу с полным биомеханическим воспроизведением. В процессе участвуют роботизированные ортезы всех трех

суставов (для тазобедренного, коленного и голеностопного сустава), что обеспечивает имитацию полноценной ходьбы.

Весь процесс контролируется электронной системой посредством высокочувствительных датчиков, отвечающих за обратную связь, отслеживающих скорость и силу сгибания суставов. Датчики и сенсоры находятся не только в роботизированных ортезах, но и в стабиллоплатформе, которая интегрирована в беговую дорожку. Система дает точную информацию о положении нижних конечностей пациента: обратная реакция, активность/пассивность и симметрия право и влево.

Основные качества:

1. Активная система виртуальной реальности с расширенной биологической обратной связью. Персонализированные тренировочные игры в 3-х мерной виртуальной реальности с различными типами активности.
2. Три синхронизированных роботизированных ортеза (тазобедренный, коленный, голеностопный сустав).
3. Автоматическая подстройка размера роботизированных ортезов под пациента.
4. Интерактивность.
5. Настраивается длина шага (минимальный интервал 1 см) и скорость беговой дорожки (минимальный интервал 0,1 км/ч).
6. Противовес робота, противовес пациента.
7. Расширенные инструменты обратной связи Walkbot, отображающие активность ходьбы в режиме реального времени, обеспечивают высокий уровень мотивации пациента.
8. Осуществляя ходьбу по беговой дорожке, пациент получает необходимую информацию от рецепторов нижних конечностей, что позволяет заново сформировать навыки моторной активности.

3. Показания к использованию роботизированной локомоторной системы для восстановления функции ходьбы Walkbot

- Раннее восстановление двигательных нарушений после перенесенного инсульта;
- Параплегия и вялые параличи;
- Последствия черепно-мозговых травм, травм спинного мозга;
- Рассеянный склероз;
- Болезнь Паркинсона;
- Заболевания опорно-двигательного аппарата (остеоартрит и артроз коленного, голеностопного суставов);
- Состояние после эндопротезирования тазобедренных и коленных суставов;
- Атрофия мускулатуры позвоночника;
- Мышечная слабость в следствие гиподинамии, длительной иммобилизации после травм и заболеваний;
- Анализ и коррекция ходьбы;
- Оценка эффективности восстановления пациентов с помощью измерения диапазона движений, ригидности сустава, мышечной силы.

4. Противопоказания к использованию роботизированной локомоторной системы для восстановления функции ходьбы Walkbot

- Общее тяжелое состояние пациента (Status gravis), кахексия и др.;
- Состояния, требующие неотложной помощи (острый воспалительный процесс любой локализации, кровотечения, кровоточивость любой локализации, угроза выкидыша, острый инфаркт миокарда, выраженные нарушения ритма сердца и др.);
- Острые инфекционные заболевания;
- Обострение хронических заболеваний (особенно брюшной полости: холецистит, язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки, мочекаменной и желчнокаменной болезнях (на область проекции соответствующих органов), болезненные рубцовые процессы после операций на органах брюшной полости);
- Состояние после операций коронарного шунтирования и баллонной ангиопластики (до 6 месяцев);
- Сердечная недостаточность II ст. и выше (по классификации Стражеско-Василенко), дыхательная недостаточность II ст. и выше и др. виды недостаточности;
- Гипертоническая болезнь III степени (артериальное давление выше 150/100 мм рт.ст.), не поддающаяся адекватной терапии;
- Гипотоническая болезнь (артериальное давление ниже 100/60 мм рт.ст.), не поддающаяся адекватной терапией, ЧСС: >60 – 80% максимальной частоты сердечных сокращений;
- Тяжелая хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ)
- Сахарный диабет в стадии декомпенсации;
- Декомпенсация неврологических и соматических заболеваний, неконтролируемые судороги;
- Заболевания, сопровождающиеся системным поражением костной ткани (миеломная болезнь, гиперпаратиреоидная остеодистрофия,

старческий остеопороз) патологические (спонтанные) переломы, контрактура тяжелой степени;

- Артродез тазобедренного, коленного, голеностопного суставов;
- Непропорциональный рост ног и (или) позвоночника (костная или хрящевая дисплазия);
- Масса тела более 100 кг, рост больше 200 метров;
- Длительное пребывание в лежачем или неподвижном состоянии (вследствие перенесенного остеомиелита или других воспалительных и инфекционных заболеваний).
- Злокачественные и доброкачественные новообразования, требующие оказания специализированной помощи;
- Активные формы туберкулеза;
- Нарушение вербально-когнитивных функций: неспособность выразить свои мысли.

5. Характеристика и принцип работы роботизированной локомоторной системы для восстановления функции ходьбы Walkbot

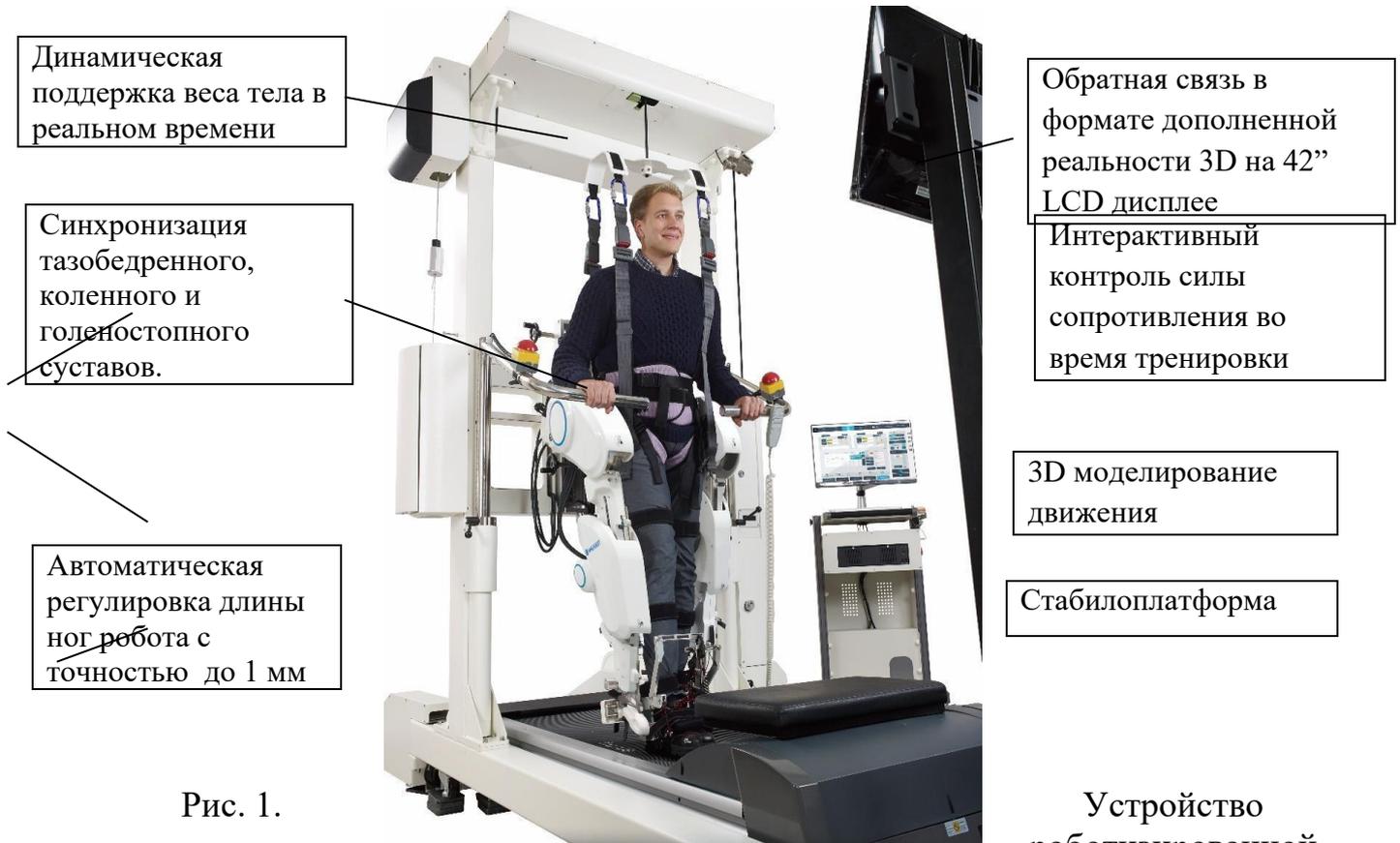


Рис. 1.

Устройство роботизированной локомоторной системы Walkbot

5.1. Характеристики

Устройство состоит из:

- подвешенного ремня для динамической поддержки веса тела;
- стабилоплатформы с сенсорными датчиками интегрирована в беговую дорожку для сбора дополнительной информации и показателей терапии;
- роботизированных ортезов (для тазобедренных, коленных и голеностопный суставов), регулирующие автоматически на основе антропометрии пациента;
- интерактивного контроля силы сопротивления во время тренировки с 3D моделированием движения;

- обратная связь в формате дополненной 3D реальности на LCD дисплее.

В программное обеспечение входят игровые тренажёры («вводный тренинг», «мишень», «стрельба по тарелочкам», «огни», «яблоко», «зайцы» и т.д.). При этом моделируются реальные условия удержания равновесия и движения человека с маневрированием по наклонной плоскости

Скорость и крутящий момент моторизованной беговой дорожки (помощь и сопротивление) можно регулировать, чтобы обеспечить пользователю безопасные и сложные режимы переобучения опорно-двигательного аппарата по ходу тренировки.



Рис.2. Роботизированные ортезы для ходьбы Walkbot

5.2. Стабилоплатформа

Стабилоплатформа обеспечивает регистрацию, обработку и анализ траектории перемещения центра давления человека на плоскость опоры, что позволяет использовать её для диагностики и оценки психофизиологического состояния.

.При анализе показателей стабилметрического исследования после физической реабилитации пациента, можно увидеть положительную динамику баланса в вертикальной стойке и во время ходьбы.

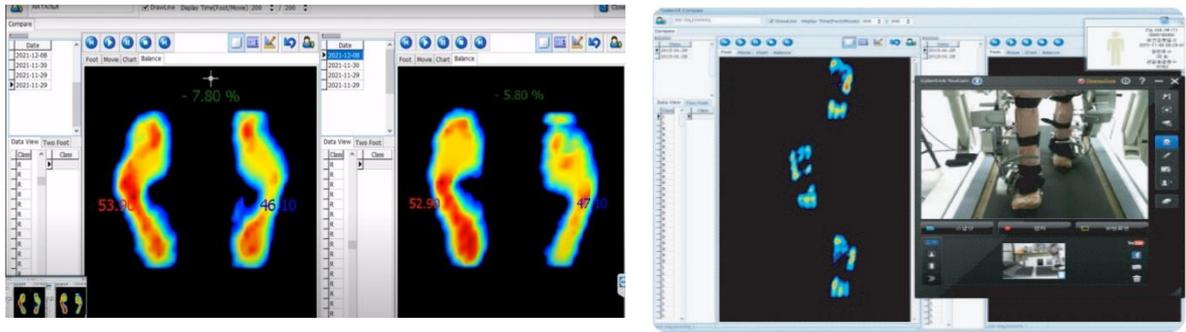


Рис.3. Стабилограмма.

6. Режим тренировки

а) базовый (пассивный)- следует заранее определенным показателям шага и скорости. Применим к пациентам на начальной стадии, спастическим пациентам, пациентам с недостаточной мышечной силой.

б) интерактивный- подход «сотрудничества с пациентом», возможность определять добровольные усилия пациента. Скорость тренировки ходьбы можно автоматически регулировать в зависимости от прилагаемой силы пациента. Контроль силы сопротивления: обеспечивает плавное движение в соответствии с силой контакта между пациентом и роботом. Компенсация силы тяжести, трения и инерции.

в) вспомогательный (резистивный)- следует заранее определенным показателям шага и скорости, а также прикладывается небольшое сопротивление в соответствии с силой контакта между пациентом и роботом.

7. Методика использования роботизированной локомоторной системы:

7.1. В режиме игры.

1. *Go World - свободный режим / мисси*

В Go World есть режим «целеориентированной тренировки», в котором система мотивирует пациента достигать определенные цели (выполнять миссии) на карте. Или можно выбрать свободный режим прогулки по карте.

2. Planet Runner (сайд-скроллинговая игра)¹³

В программе Planet Runner пациент погружается в игру.

Перед началом игры пациент выбирает карту, этап и персонажа. Произвольные усилия пациента отражаются в движениях персонажа в игре - например, в высоте прыжка.

В ходе игры пациент получает очки, прыгая и собирая золотые монетки. Также присутствуют другие игровые элементы, такие как продление времени и магниты, чтобы пациент мог отрабатывать навыки с помощью WALKBOT в игровой форме. После завершения игры WALKBOT выдает не только информацию о тренировке, но и рейтинг игрока, что дает дополнительную мотивацию.

Продолжительность тренировок- 30 минут, исключая время настройки. Проводят 2 раза в день. 15-20 тренировок.

7.2. Методика применения роботизированной локомоторной системы после перенесенного инсульта

После перенесенного инсульта довольно часто нарушается моторный контроль мышц пораженных конечностей, что приводит к нарушению стереотипа ходьбы.

Согласно исследованиям, применение локомоторного комплекса Walkbot позволяет пациентам с гемипаретичной походкой тренировать правильный стереотип ходьбы, путем скоординированной деятельности трех основных крупных суставов нижней конечности. Так, после пройденного курса на Walkbot, пациентам удается лучше управлять голеностопным суставом и

стопой, уменьшая дисбаланс мышц-антагонистов голени. Это, в свою очередь, позволяет повысить безопасность ходьбы, снизив риск падения, увеличить степень независимости, тем самым улучшив качество жизни пациента.

Данная методика эффективна в отношении навыков ходьбы, сердечно-легочной активности, снижении депрессии, улучшения функциональной способности к передвижению или смены положения «сесть – встать – сесть», для увеличения скорости ходьбы и выносливости (без влияния на симметрию и риск падений), для улучшения функции равновесия и ходьбы, контролируя положение тренируемых суставов посредством зрительной и/или слуховой БОС.

Продолжительность тренировок- 40 минут, исключая время настройки. Проводят 5 дней в неделю, в течение 10 дней.

7.3. Методика применения роботизированной локомоторной системы после перенесенной черепно-мозговой травмы и позвоночно-спинномозговой травмы.

Применение роботизированной локомоторной системы вызывает нормализацию электрофизиологической активности мотонейронов, снижает уровень спастичности. Многократно повторяющиеся упражнения ходьбы с помощью управляемых ортезов во время ходьбы по беговой дорожке с разгрузкой массы тела способствуют восстановлению ходьбы.

По мнению многих исследователей роботизированная локомоторная система, является одним из главных методов формирования навыка ходьбы, тренировкой целенаправленного, специфического действия, помогает восстановить способность ходить у пациентов с уровнем поражения С и после перенесенной черепно-мозговой травмы. Это достигается за счет повышения толерантности к физической нагрузке, укрепления мышц-стабилизаторов туловища, мышц нижних конечностей. Во время тренировок на Walkbot

пациент может почувствовать вес своего собственного тела, что способствует развитию проприоцептивного чувства, что, вкупе с пребыванием в вертикальном положении, позволяет вызвать эмоциональный отклик и повысить мотивацию пациента.

Продолжительность тренировок- 40 минут, исключая время настройки.
Проводят 5 дней в неделю, в течение 10 дней.

Список литературы

1. <https://walkbots.ru/>
2. Клинические рекомендации «Диагностика и реабилитация нарушений функции ходьбы и равновесия при синдроме центрального гемипареза в восстановительном периоде инсульта», 2016г.
3. Клинические рекомендации: «Ведение больных с последствиями позвоночно-спинномозговой травмы на втором и третьем этапах медицинской и медико-социальной реабилитации», 2017г.
4. «Комплекс интенсивной локомоторной терапии для реабилитации взрослых пациентов Walkbot Premium» Производитель: Пи энд Эс Механикс Ко.
5. Основы реабилитации: Учебник для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования, обучающихся по направлению подготовки «Лечебное дело» по дисциплине «Основы реабилитации» / [Епифанов А. В. и др.]; под ред. В.А. Епифанова, А.В. Епифанова. — Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2021
6. Пономаренко Г.Н., Ковлен Д.В. Физическая и реабилитационная медицина. Клинические рекомендации, основанные на доказательствах: 3-е изд-е, перераб., доп. // Г.Н. Пономаренко, Д.В. Ковлен/ ред акад. А.Н. Разумов. — М.: Наука, 2020. — с. 126
7. Физическая реабилитация пациентов, перенесших инсульт, с использованием стабиллоплатформы, Е.В. Каерова, Н.С. Журавская, 2019г.
8. Comparative effectiveness of robot-interactive gait training with and without ankle robotic control in patients with brain damage, Chanhee park, Jongseok hwang and joshua (sung) h. you, Published 2 September 2021.
9. Effects of innovative hip-knee-ankle interlimb coordinated robot training on ambulation, cardiopulmonary function, depression, and fall confidence in acute hemiplegia Chanhee Parka,b, Mooyeon Oh-Parkc,d, Carolin Dohlec,d, Amy Bialeke , Kathleen Friele,, 2020г.
10. Kim DH et al., Immediate effect of Walkbot robotic gait training on neuromechanical knee stiffness in spastic hemiplegia: A case report, Neurorehabilitation 32:833, 2013.
11. Kim SY et al., Effects of innovative WALKBOT robotic-assisted locomotor

training on balance and gait recovery in hemiparetic stroke: A prospective, randomized, experimenter blinded case control study with a four-week follow-up, IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng 23:636, 2015.