

ФИЗИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ СТИМУЛЯЦИИ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ

Яковлева Наталия Валериевна
Старший преподаватель кафедры
медицинской реабилитации и спортивной медицины
с курсом ПКиП
Белорусский государственный медицинский университет

Двигательные функции

Двигательные функции — это способность организма выполнять движения, которая включает:

- координацию
- силу
- баланс
- точность.



Двигательные функции

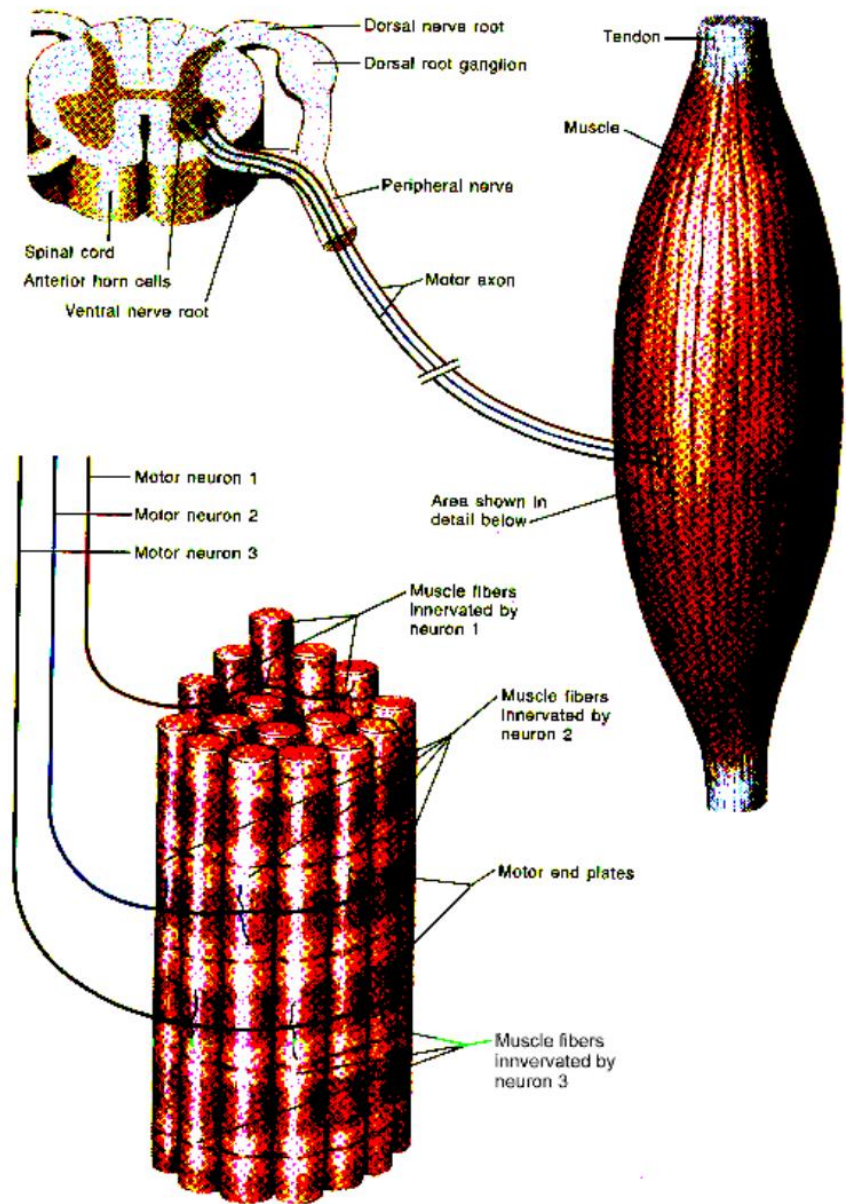
- рефлексивные (совершенно независимые от воли)
- автоматические двигательные функции (воля вмешивается, чтобы вызвать ряд автоматических движений: ходить, глотать и т.д.)
- сознательные двигательные функции (каждый жест продуман перед своим осуществлением)



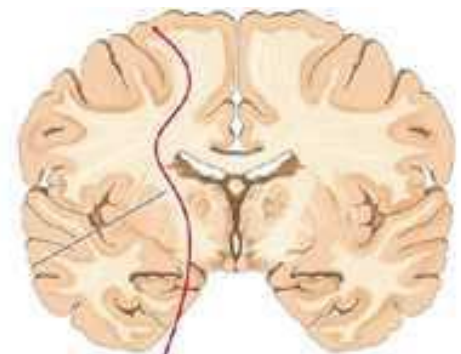
Функционирование нервной системы проявляется в виде непрерывно возникающих ответных реакций на раздражающие факторы внешней и внутренней среды.

Функциональной единицей нервной деятельности является *рефлекс* как ответная реакция нервной системы на раздражение





Cortex



Midbrain



Middle Pons



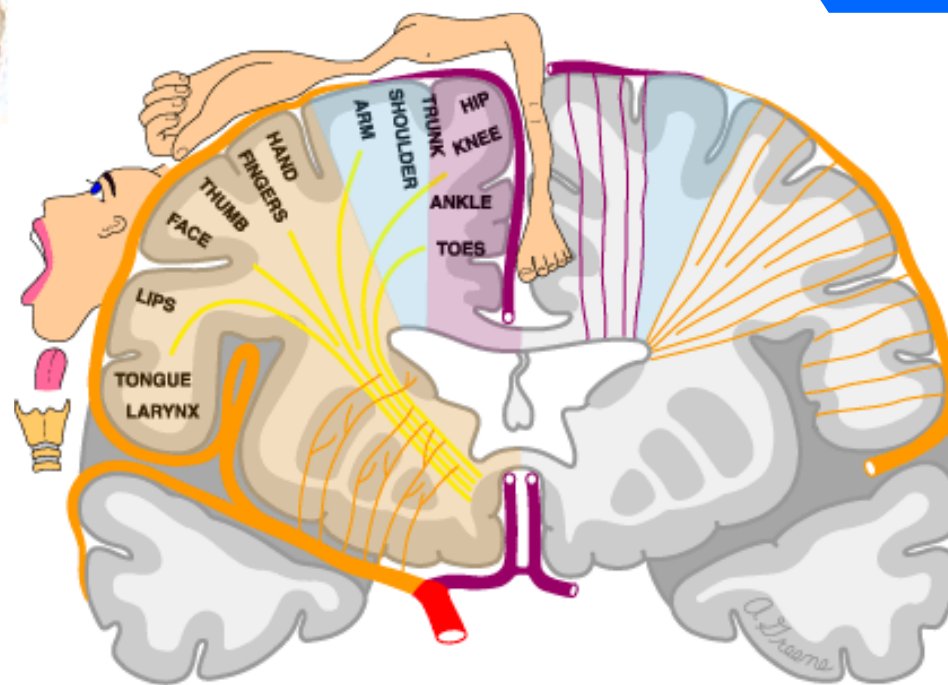
Middle medulla



Caudal medulla



Spinal cord



Двигательные нарушения

1. Гиперкинетические расстройства (избыточные движения):

- Дистония: непроизвольные мышечные сокращения, вызывающие скручивающие или повторяющиеся движения.
- Тремор: непроизвольное дрожание (например, эссенциальный тремор).
- Хорея: неритмичные, неконтролируемые движения, напоминающие танец.
- Атетоз: медленные, ползущие, извивающиеся движения, обычно в конечностях.
- Миоклонус: короткие, отрывистые мышечные сокращения.
- Тики: внезапные, быстрые, повторяющиеся движения (например, синдром Туретта).

2. Гипокинетические расстройства (замедленные движения):

- Болезнь Паркинсона: замедленность движений (брадикинезия), скованность и тремор.



Двигательные нарушения

3. Нарушения координации движений

- Атаксия: потеря мышечной координации, неуверенная походка.
- Астазия: невозможность принять и удерживать нормальное положение в пространстве.

4. Нарушения мышечной силы и тонуса

- Парезы и параличи:
 - Спастические: связаны с поражением центральной нервной системы.
 - Вялые: связаны с поражением периферической нервной системы (могут сопровождаться мышечной атрофией).
- Миопатические синдромы: поражение самих мышц.

5. Психогенные двигательные расстройства:

- Включают психогенные парезы и параличи, которые не связаны с органическим поражением нервной системы, а возникают на почве психологического состояния.



Причины двигательных нарушений

1. Поражение нервной системы:

ДЦП, полиомиелит, миастения, травмы головы и спинного мозга.

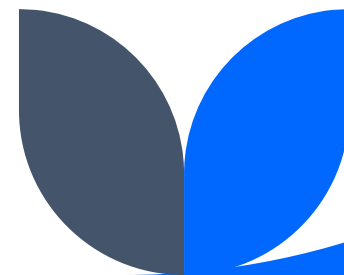
Основные виды двигательных нарушений при патологии НС: парезы, параличи, дистония, спастичность или гипотония мышц, гиперкинезы, атаксия.

2. Заболевания и травмы опорно-двигательного аппарата:

вертеброгенная патология (остеохондроз, межпозвоночные грыжи), дефекты конечностей (косолапость, врожденный вывих бедра), артропатии (полиартриты, остеоартрозы, баллотирование надколенника), травмы костей и суставов.

Характерны следующие виды двигательных нарушений: хромота, ограничение амплитуды движений, полная неподвижность, патологическая подвижность.

- ❑ Первичные двигательные нарушения — это симптомы и синдромы, связанные непосредственно с повреждением нервной системы или мышц: слабость, невозможность или ограничение при выполнении определённых движений, изменение тонуса мышц, мышечный дисбаланс, патологические движения (гиперкнезы).
- ❑ Вторичные двигательные нарушения возникают со временем, являются осложнением или приспособлением тела к первичному двигательному дефекту: контрактуры, укорочения мышц, деформации скелета, вывихи и подвывихи суставов, нарушения походки, постуральные нарушения (изменение позы), нередуцируемые компенсаторные двигательные установки.



	Поражение	Характер парез/паралича	Симптоматика
Поражение ЦНС	Головной или спинной мозг (выше сегмента, отвечающего за данную двигательную единицу)	спастический	Спастичность (повышение тонуса мышц), патологические синкинезии, утрата ловкости и контроля над произвольными движениями, быстрое развитие контрактур, расторможенность рефлексов
Поражение ПНС	Повреждение периферического нерва на любом уровне	вялый	слабость мышц вплоть до полного отсутствия активных движений (плегии); снижение мышечного тонуса (гипотония, атония мышц); снижение или отсутствие рефлексов; гипотрофия или атрофия мышц

Двигательные нарушения при болезни Паркинсона

Болезнь Паркинсона и синдром паркинсонизма всегда проявляются двигательными нарушениями: снижением двигательной активности (гипокинезия); повышением тонуса мышц (ригидность); дрожанием рук и ног (тремор); нарушением поддержания равновесия (неустойчивость). Симптомы паркинсонизма связаны со снижением выработки дофамина в структурах головного мозга, относящихся к экстрапирамидной двигательной системе, поэтому иначе эти нарушения называют экстрапирамидными



Двигательные нарушения при гиперкинезах

Гиперкинезы — это непроизвольные насильственные чрезмерные движения, мешающие выполнению произвольных движений.

При гиперкинезах нарушается мышечный тонус: возникает мышечная гипотония или дистония (повышенный тонус или чередование повышения и понижения тонуса).

Независимо от причины и разновидности, гиперкинезы свидетельствуют о нарушении регуляции двигательных функций. Поэтому основной задачей является восстановление регуляции и уменьшение проявлений



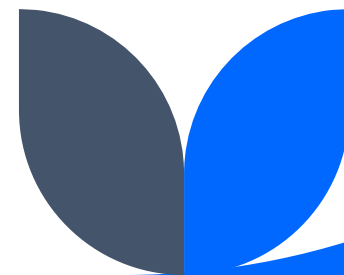
Психогенные (функциональные) двигательные нарушения

Характеризуется мышечной слабостью, при которой отсутствует атрофия мышц.

Мышечная слабость изменчива во времени, её нельзя объяснить с анатомических позиций.

Самочувствие пациента зависит от волнений, эмоциональных нагрузок, психотравмирующих ситуаций.

Симптомы носят демонстративный характер.



Цель физиотерапии

- оказать противовоспалительное и рассасывающее действие в зоне очага поражения,
- улучшить гемодинамику,
- восстановить движения в паретичных конечностях,
- предупредить развитие контрактур и выраженной спастичности,
- совершенствование функции ходьбы,
- повышение толерантности к физической нагрузке.



ФИЗИОТЕРАПИЯ

Электротерапия

Магнитотерапия

Вибротерапия

Термотерапия

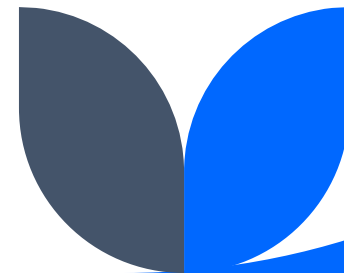


Гальванизация и лекарственный электрофорез

Лечебные эффекты:

- ✓ Нормализация соотношения процессов торможения и возбуждения в коре головного мозга
- ✓ Улучшение проводимости и возбудимости

Помимо трофического, сосудистого и анальгетического эффектов



Импульсная электротерапия

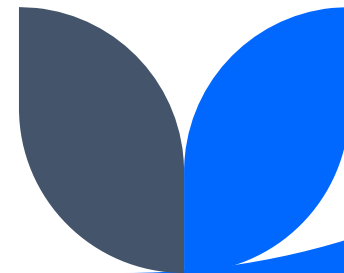
- ✓ Трофостимулирующий эффект
- ✓ Улучшение функционального состояния нервно-мышечного аппарата и ЦНС

Ведущие на фоне остальных



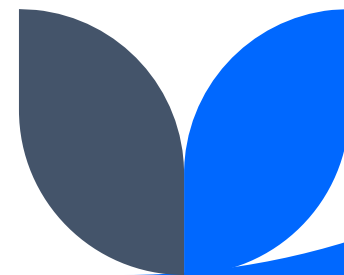
Микрополяризация

Трансвертебральная микрополяризация – использование гальванического тока малой силы до 5 мА на структуры спинного мозга, располагая электроды очень малой площади на соответствующем сегменте позвоночника.



Магнитотерапия (магнитостимуляция)

-воздействие короткими магнитными импульсами высокой интенсивности, которые вызывают вторичный потенциал действия , активируя сенсорные и моторные нервные проводники и нервные клетки. Наблюдаемое мышечное сокращение является вторичным за счет последующей активации механорецепторов мышечных волокон



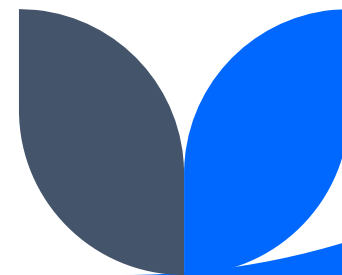
Периферическая магнитостимуляция (SIS)

Преимуществом данного метода является выраженная стимуляция глубоких проводящих структур, а также тот факт, что периферическая магнитная стимуляция вызывает сильные мышечные сокращения при минимальном вовлечении кожи. Благодаря стимуляции нервов, сосудов и мышц периферическая магнитная стимуляция оказывает множественное действие: снимает боль, уменьшает воспаление, улучшает питание тканей, ускоряет регенерацию, оказывает укрепляющее воздействие на мышцы и сосуды, и нормализующее на работу периферических нервов.



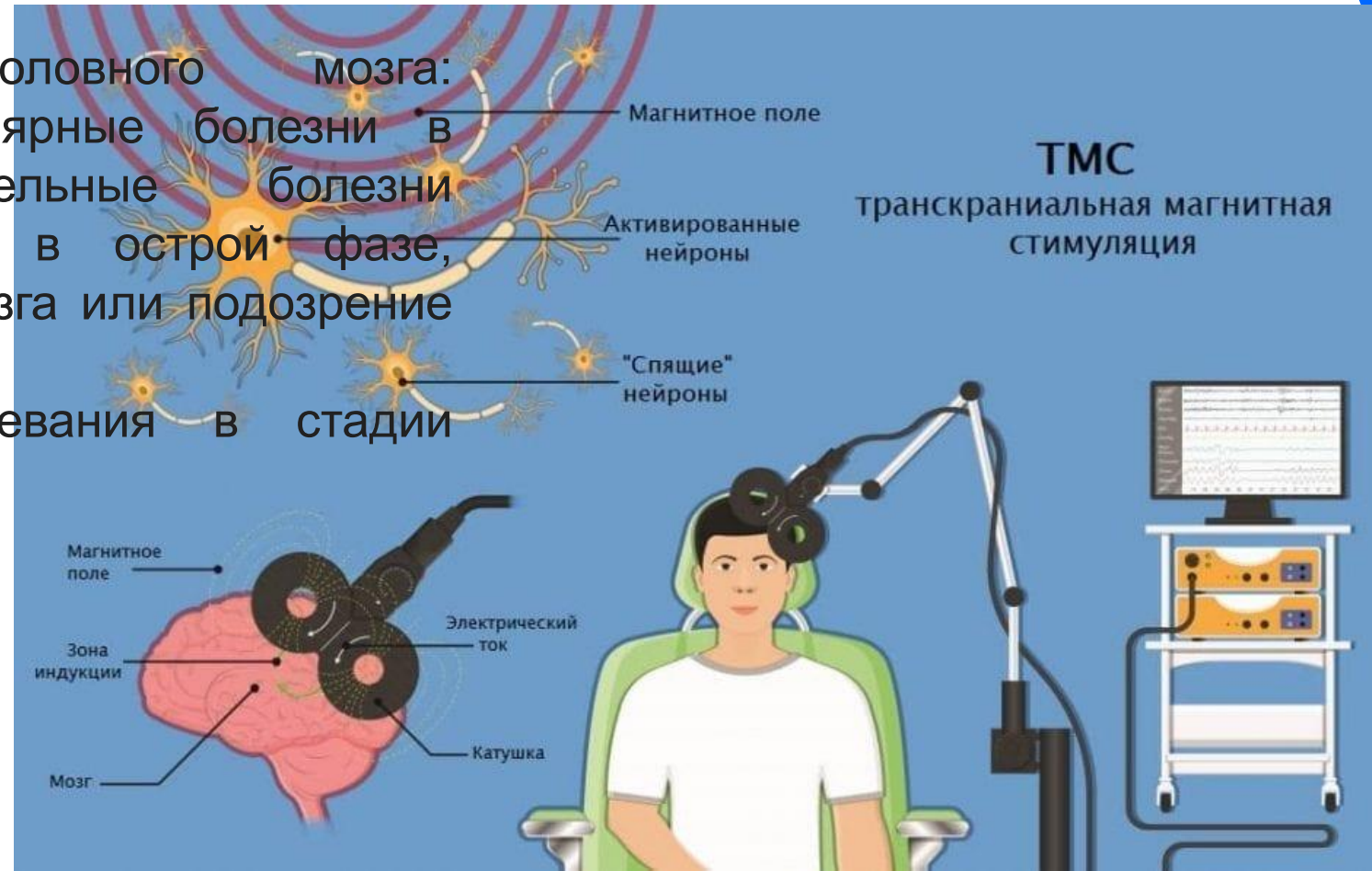
Транскраниальная магнитная стимуляция

Транскраниальная магнитная стимуляция (ТМС) – это метод лечения заболеваний нервной системы, позволяющий внешне стимулировать кору головного мозга при помощи коротких магнитных импульсов.



Противопоказания

- наличие внутричерепных ферромагнитных предметов и имплантов, слуховых аппаратов и кохлеарных имплантов, имплантированных приборов для глубокой стимуляции мозга;
- органические изменения головного мозга: новообразования, цереброваскулярные болезни в остром периоде, воспалительные болезни центральной нервной системы в острой фазе, крупные аневризмы головного мозга или подозрение на них;
- острые и хронические заболевания в стадии декомпенсации







Транслингвальная нейростимуляция (TLNS)

— высокоэффективный вид нейростимуляции (нейромодуляции), при котором воздействие на центральную нервную систему осуществляется через электротактильную стимуляцию нервных окончаний кончика языка.

Андреева Г.О., Наумов К.М. «Применение метода транслингвальной стимуляции в восстановлении и регуляции двигательной функции»- доклад на Юбилейной научн.-практ. Конференции, С-Пб, 2024
Г.О. Андреева, К.М. Наумов Транслингвальная стимуляция. ФГБВОУ ВПО ВМедА имени С.М. Кирова
Возможности применения для восстановления утраченных функций и улучшения имеющихся навыков»
Методические рекомендации. - С-Пб. : Издательство ДЕАН, 2023

Транслингвальная нейростимуляция (TLNS)

Язык технически более предпочтителен для электрической стимуляции, поскольку полость рта дает более благоприятные условия — постоянный уровень кислотности, постоянная температура, электропроводность и влажность, и низкие пороги возбудимости.

Язык является наиболее тонким участком, относительно других поверхностей, насыщенный разными видами механо-, термо- и вкусовых рецепторов, с дополнением свободных нервных окончаний.

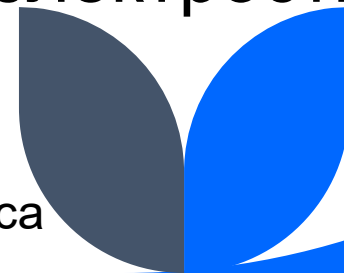


Транслингвальная нейростимуляция (TLNS)

Электрические импульсы через рецепторы передней поверхности языка и языковые ветви лицевого и тройничного нервов активируют ядра ствола мозга, мозжечка, таламуса, постцентральных нижне-теменных отделов коры головного мозга, и, по черепно-мозговым нервам, спинного мозга.

В результате активируются процессы нейропластичности, создаются предпосылки создания новых и изменения старых нейронных связей. А направление в формировании этих связей задают упражнения, выполняемые в момент электростимуляции.

14В – напряжение импульса
156 уровней интенсивности
1-156 мкс – длительность импульса



Транслингвальная нейростимуляция (TLNS)

ТЛНС воздействует непосредственно на ретикулярную активирующую систему (РАС) ствола головного мозга — ключевое звено регуляции мышечного тонуса. Также ТЛНС посылает дополнительные импульсы к двигательным участкам коры головного мозга и к мозжечку. Применение ТЛНС позволяет в короткие сроки улучшить мышечный тонус, увеличить силу мышц, восстановить плавность и координированность движений. Применение ТЛНС способствует закреплению достигнутых результатов в период между курсами лечения

СТИМУЛИРУЕТ РАБОТУ МОЗГА

ВОССТАНАВЛИВАЕТ УТРАЧЕННЫЕ ФУНКЦИИ

Главное чувствительное ядро тройничного нерва

Ядро спино-мозгового пути тройничного нерва

Мозжечок

Ядро солитарного тракта

Ствол головного мозга

Лицевой нерв (VII)

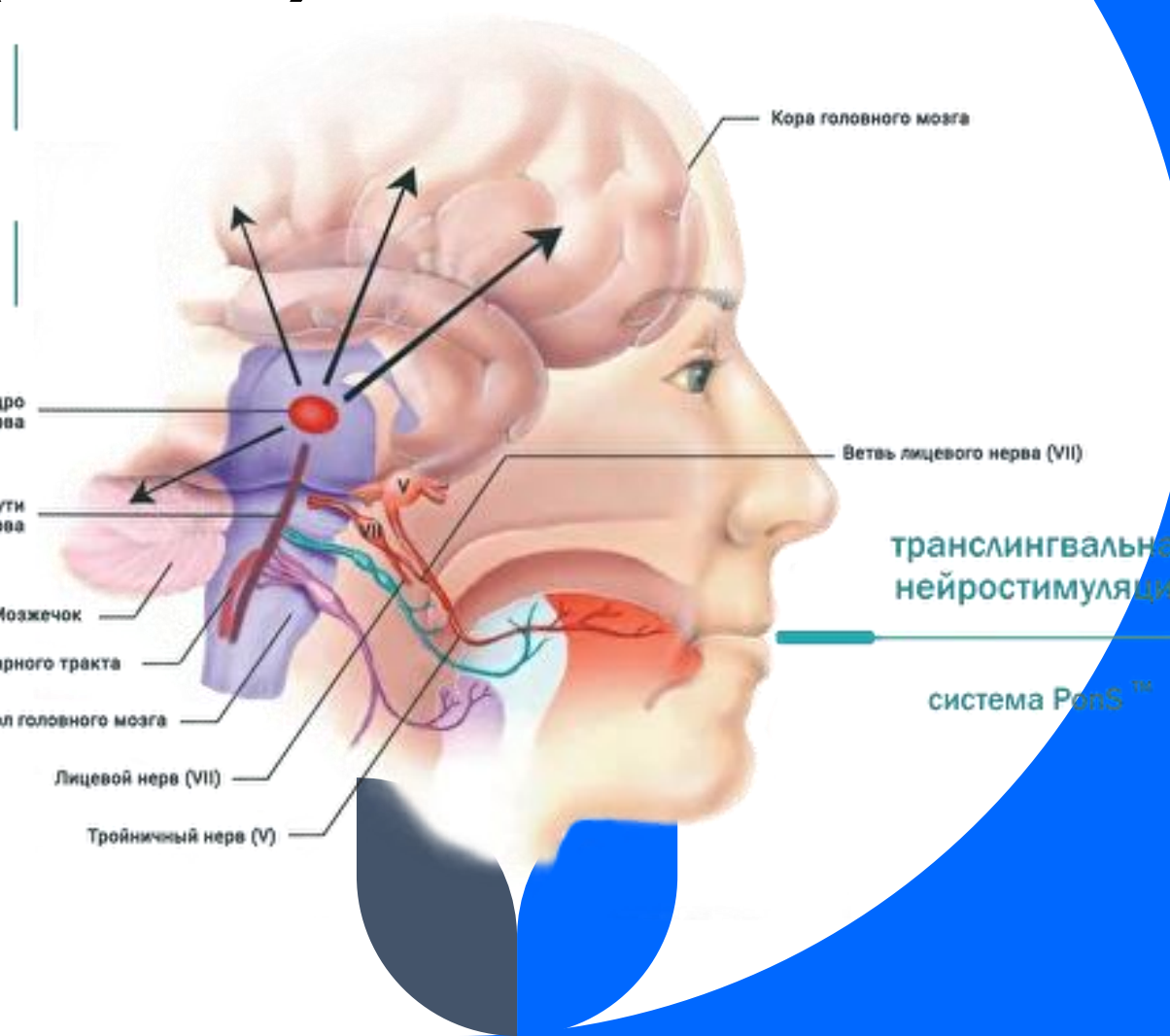
Тройничный нерв (V)

Кора головного мозга

Ветвь лицевого нерва (VII)

транслингвальная нейростимуляция

система PopS™



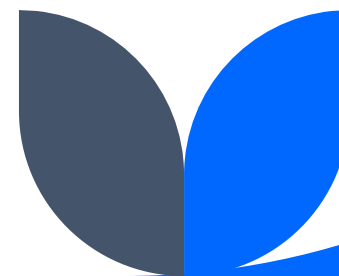
Лечебные эффекты TLNS

- улучшение кровообращение головного мозга,
- снижение мышечного тонуса при спастичности,
- улучшение баланса и координации движения,
- у детей с церебральным параличом отмечается улучшение моторного контроля и формирование моторных навыков.



Показания к применению

- ❖ Детский церебральный паралич.
- ❖ Последствия ОНМК.
- ❖ Последствия ЗЧМТ.
- ❖ Рассеянный склероз.
- ❖ Болезнь Паркинсона.



Противопоказания к TLNS

Абсолютные противопоказания:

- Наличие воспалительных заболеваний полости рта.
- Наличие онкологических заболеваний.

Относительные противопоказания:

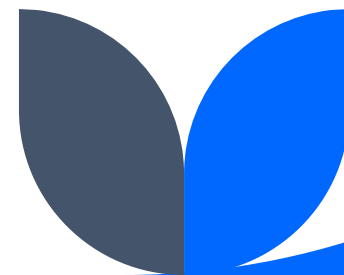
- Грубая психическая задержка (УО).
- Наличие эпилептических приступов.



Транслингвальная нейростимуляция (TLNS)

Транслингвальная нейростимуляция (ТЛНС) ускоряет процесс создания новых и изменения старых нейронных связей. Нейронные связи создаются, исходя из приобретения нами нового опыта, обучения, эмоций и т.п., в результате повторения нами одного и того же действия.

Исходя из этого, электротактильная стимуляция языка осуществляется в момент этих действий. В реабилитации двигательных нарушений - это упражнения лечебной физкультуры, направленные на вовлечение корректируемых частей тела. В реабилитации проблем с мышлением — выполнение когнитивных упражнений. В обучении — повторение нового материала или повторение действий, требующих закрепления навыков.



АППАРАТУРА



Методика проведения TLNS

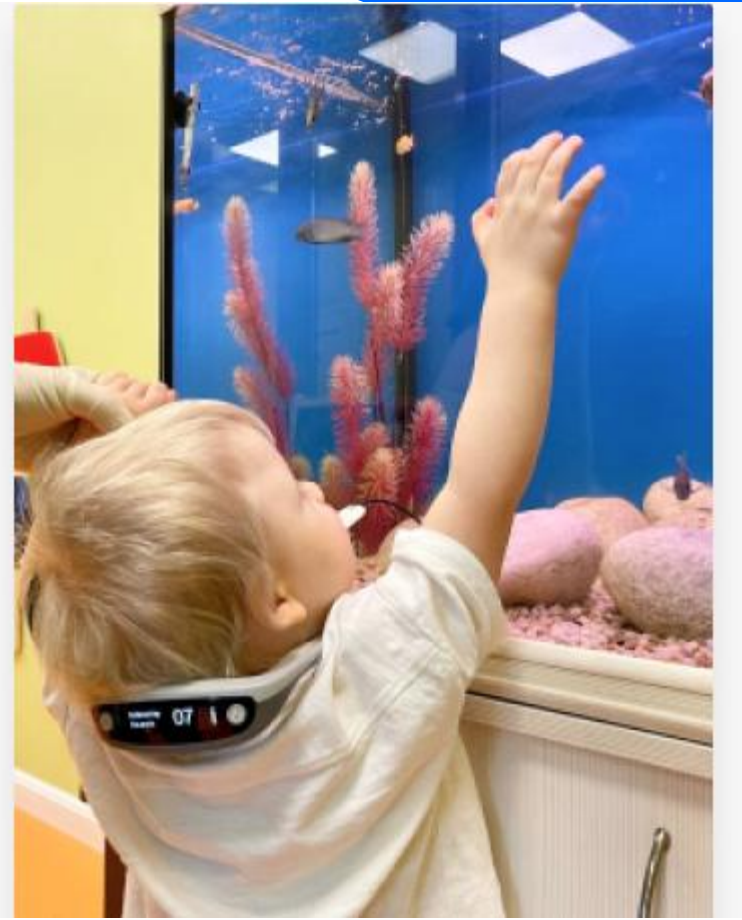
Для проведения процедуры нейростимуляции пациенту помещают на язык матрицу электродов.

Сила тока дозируют по ощущениям пациента.

Продолжительность проводимых ежедневно воздействий — 20 мин 2 раза в день, интервал между процедурами должен составлять 2,5-5 часов. курс лечения – 20 процедур.

Пациенту во время стимуляции подбираются специальные упражнения, направленные на решение определенных задач. Последовательно упражнения усложняются по мере развития.





Функциональная электростимуляция (ФЭС)

— это метод нейрореабилитации, при котором слабые или парализованные мышцы активируются с помощью электрических импульсов, чтобы помочь в выполнении движений и улучшить функцию нервно-мышечной системы. Этот метод помогает восстановить нормальное движение, стимулирует нейропластичность и может использоваться как часть комплексной реабилитации

Гурьянова Е. А., Ковальчук В. В. и соавт. Функциональная электростимуляция при восстановлении ходьбы после инсульта. Обзор научной литературы [Электронный ресурс] // ФНКЦ РР. — 2020, т. 2, № 3.

Функциональная электростимуляция (ФЭС)



Функциональная электростимуляция (ФЭС)

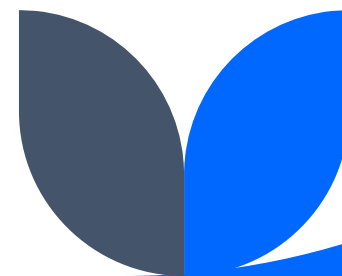
Преимущества:

- активная выработка правильного, или при значительном дефиците оптимального двигательного стереотипа;
- высокая точность коррекции аномальных движений;
- избирательность тренировки мышц с использованием нормального физиологического образца их функций;
- стимуляция сразу большого числа мышц — всех, которые задействованы в тренируемом движении;
- быстрая и эффективная выработка стойкого нового двигательного навыка.

ЛЕЧЕБНЫЕ ЭФФЕКТЫ

- Улучшение подвижности: FES может помочь пациентам восстановить способность ходить или более эффективно использовать руки.
- Повышение мышечной силы: FES может предотвратить атрофию мышц и повысить общую силу.
- Улучшение кровообращения: мышечные сокращения, вызванные ФЭС, могут улучшить кровоток, снижая риск образования тромбов и пролежней.
- Купирование боли: ФЭС может помочь уменьшить хроническую боль, связанную с определенными неврологическими заболеваниями.
- Повышение независимости: улучшая функциональность, FES может помочь пациентам выполнять повседневные действия с меньшей посторонней помощью.
- Психологические преимущества: восстановление утраченных способностей может значительно улучшить настроение пациента и общее психическое здоровье.

- восстановление нормального автоматизма работы мышц;
- увеличение продолжительности ходьбы в несколько раз;
- увеличение силы и выносливости мышц, даже имеющих стойкие поражения;
- профилактика атрофии мышц, улучшение кровообращения;
- оптимизация двигательной функции при наличии стойких функциональных или анатомических дефектов;
- предотвращение тугоподвижности в суставах;
- значительное повышение эффективности проводимой лечебной физкультуры;
- сокращение времени реабилитации.



Показания к проведению ФЭС

- травмы с повреждением крупных трубчатых костей, суставов, позвоночника, а так же черепно-мозговые травмы;
- периферические и центральные параличи и парезы;
- гемипарезы церебрального происхождения в результате сосудистого или травматического поражения;
- детский церебральный паралич;
- повреждения спинного мозга на различных уровнях, сопровождающиеся вялыми или спастическими парезами;
- сколиотическая болезнь;
- остеохондроз позвоночника;
- медленно срастающиеся переломы и псевдоартрозы;
- состояния после эндопротезирования крупных суставов верхних и нижних конечностей;
- облитерирующие заболевания сосудов верхних и нижних конечностей;
- ходьба на протезах с одно- или двусторонней ампутацией на уровне голени или бедра;
- последствия полиомиелита, сопровождающихся парезами.

ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ К ФЭС

Абсолютные

- Выраженные гиперкинезы у пациентов с ДЦП
- Беременность;
- Эпилепсия (при неконтролируемых приступах);
- Наличие кардиостимулятора или других водителей ритма;
- Онкологические заболевания;
- Повреждения кожи, открытые раны;
- Психические расстройства;
- Алкоголизм



ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ К ФЭС

Относительные:

- плохая переносимость электрических раздражений, предполагающая длительную адаптацию пациента к ФЭС;
- контрактуры суставов и выраженные деформации нижних конечностей, исключающие использование протезно-ортопедических устройств;
- отсутствие адекватной разгрузки поврежденного отдела позвоночника у пациентов с неосложненными компрессионными переломами тел позвонков;
- заболевания или обширные рубцовые повреждения в предполагаемой области наложения электродов;
- культы нижних конечностей и некачественном протезировании, при заболеваниях и пороках культы;
- стойкие контрактуры суставов и выраженные деформации конечностей с выраженным нарушением функции;
- острые и хронические воспалительные процессы в области наложения электродов.



Типы устройств функциональной электростимуляции

- *Поверхностные устройства FES:* Эти устройства используют электроды, размещенные на коже, для электрической стимуляции. Они неинвазивны и обычно используются при таких состояниях, как свисание стопы у пациентов, перенесших инсульт.
- *Имплантированные системы FES:* Для некоторых пациентов хирургически имплатированные электроды обеспечивают более точную и постоянную стимуляцию. Такие системы часто используются в более тяжелых случаях паралича или при длительном лечении.
- *Переносные блоки FES:* Эти компактные устройства позволяют пациентам получать терапию дома или в дороге. Они особенно полезны при таких состояниях, как свисающая стопа, когда требуется стимуляция во время ходьбы.

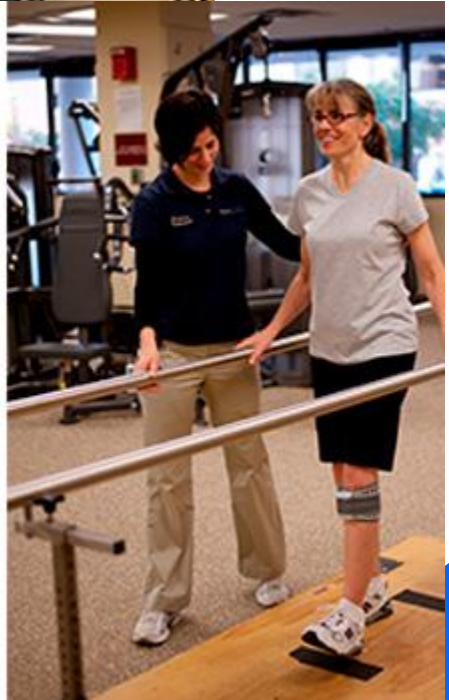
АППАРАТУРА



- Биомеханический сенсор
- Бос- система
- Программное обеспечение
- Система видеорегистрации



WalkAide® System







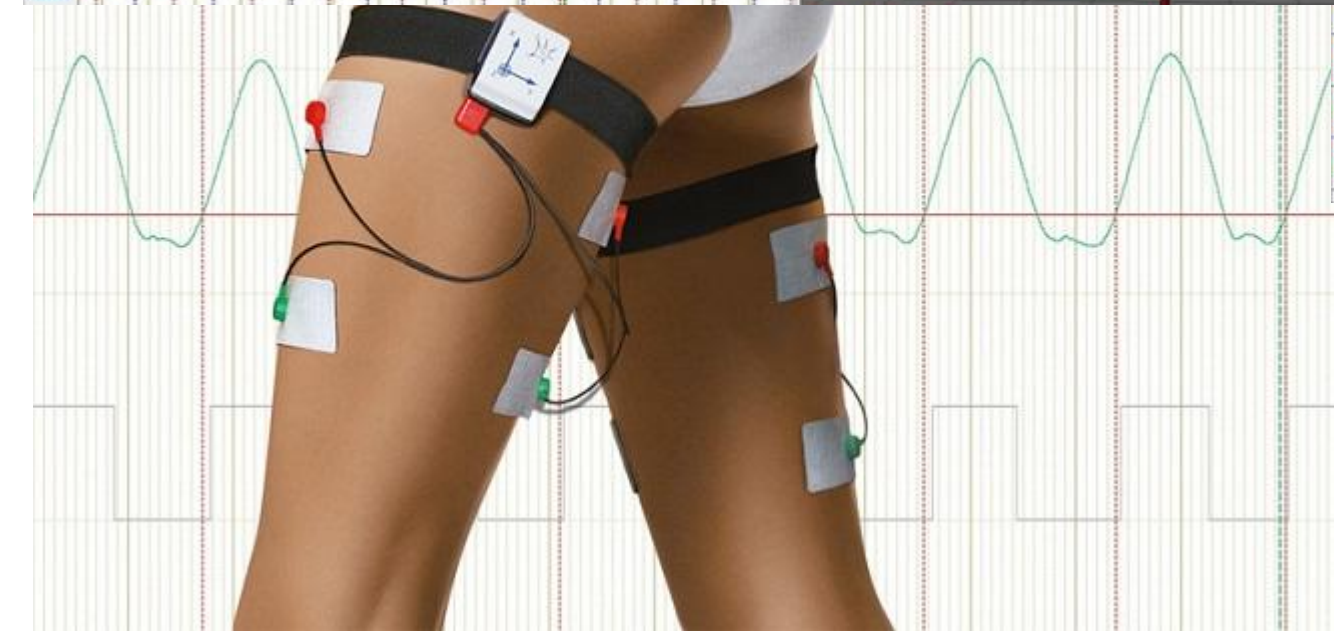
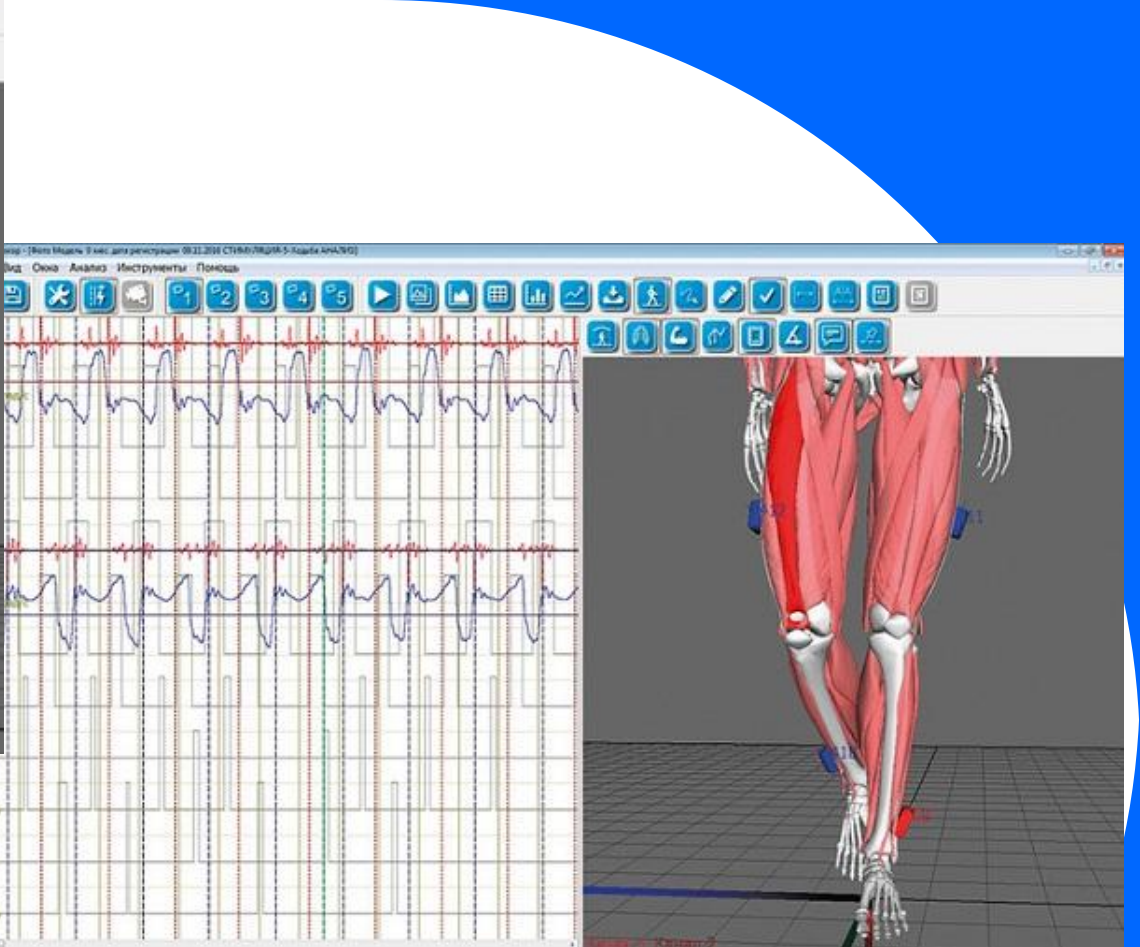
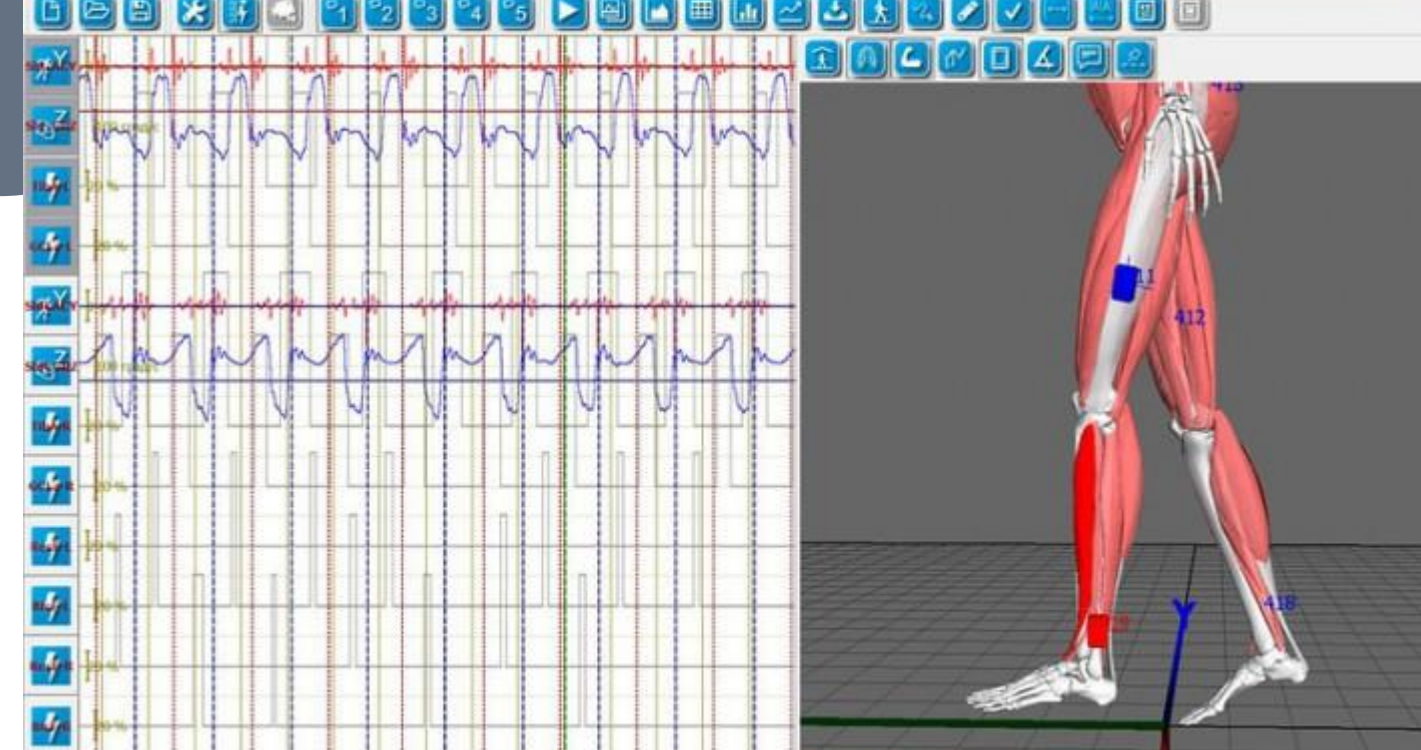
Автономные беспроводные сенсоры не ограничивают движения.
Анализ и восстановление биомеханических функций.
Используется как тренажер с БОС для восстановления навыков ходьбы.
Создание пользовательских методик под любой механотренажер.
Синхронизация фаз стимуляции по циклическим движениям, в том числе по циклу шага, ротационным движениям и ускорениям.
ЭМГ для контроля процедуры и корректировки фаз стимуляции.
Адаптивные алгоритмы подстройки под циклы движений

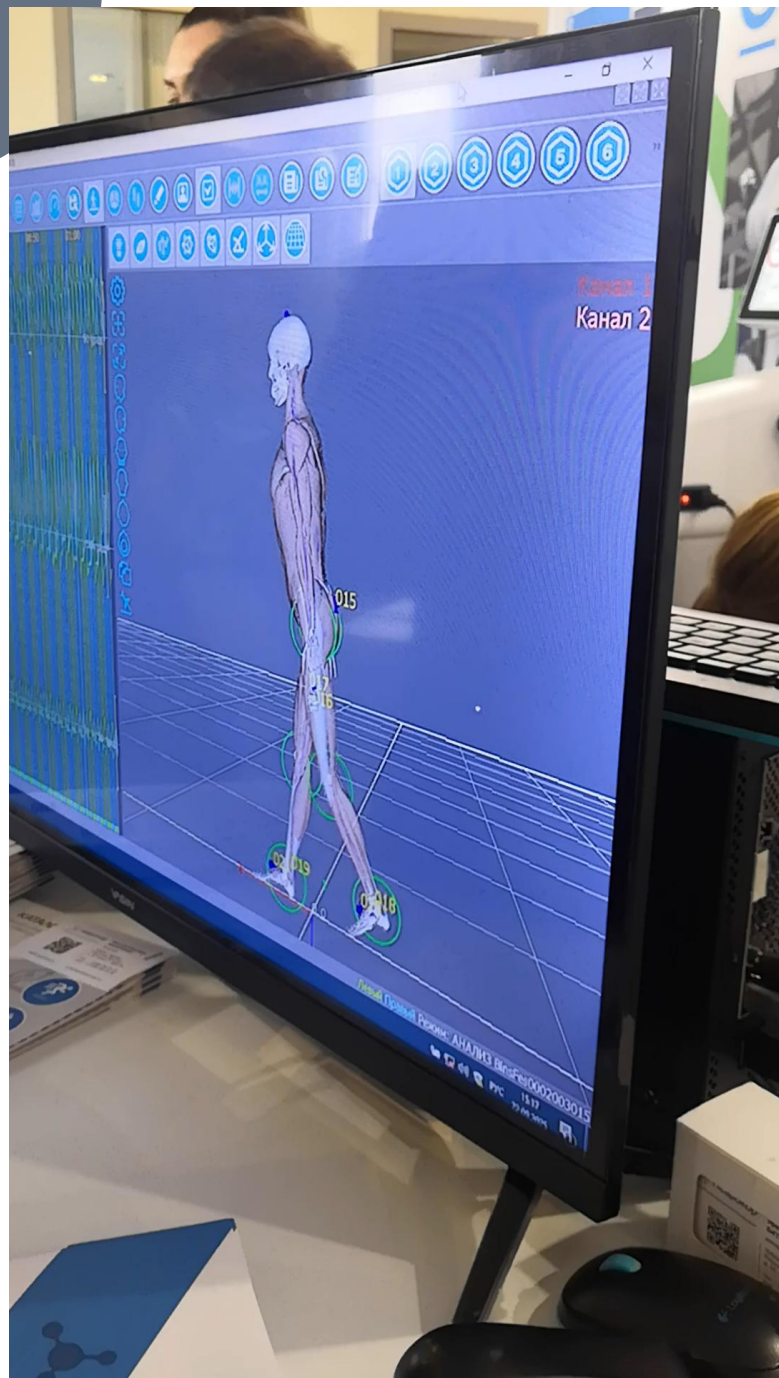


Преимущества ФЭС

- ❖ активная выработка правильного или оптимального, при значительном дефекте, двигательного стереотипа;
- ❖ высокая точность коррекции аномальных движений;
- ❖ избирательность тренировки мышц с использованием нормального физиологического образца её функции;
- ❖ независимость коррекции двигательного стереотипа мышц от внешних условий их работы;
- ❖ быстрая и эффективная выработка стойкого нового двигательного навыка.



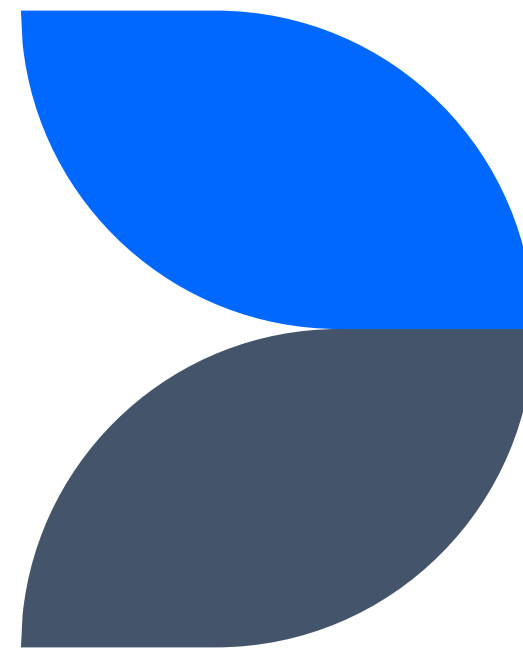






**Благодарю
за внимание**

medreab@bsmu.by



Mobilis vita est