

# Использование чрескожной электростимуляции спинного мозга для реабилитации больных с заболеваниями ЦНС.



***Татьяна  
Ромульевна  
Мошонкина***



***Елена  
Николаевна  
Жарова***



***Сергей Сергеевич  
Ананьев***



***Наталья  
Дмитриевна  
Шандыбина***



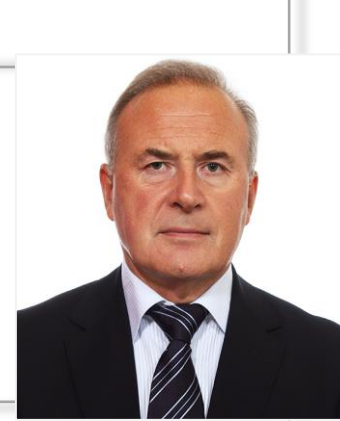
***Елена Андреевна  
Вершинина***



***Всеволод  
Александрович  
Ляховецкий***



***Александр  
Алексеевич  
Гришин***



***Юрий Петрович  
Герасименко***

- Спинальный нейропротез – новая технология регуляции локомоции, применяемая для пространственно-временной неинвазивной электрической стимуляции спинного мозга во время ходьбы, при необходимости с подвесной системой на тредбане у пациентов с поражением ЦНС.



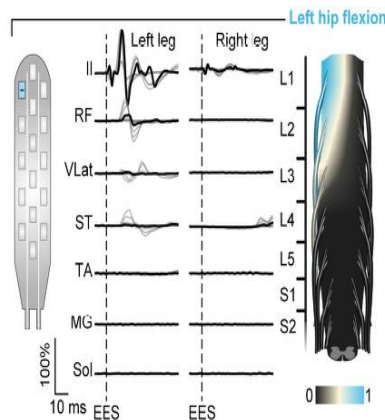
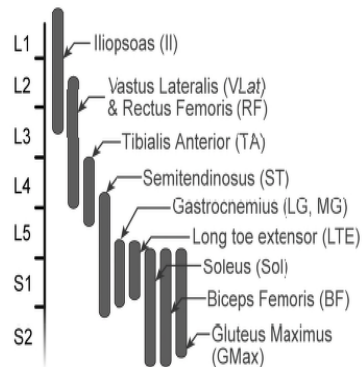
# СПИНАЛЬНЫЙ НЕЙРОПРОТЕЗ. ПРЕДЫСТОРИЯ

TABLE II  
THE INNERVATION OF THE LOWER LIMB MUSCLES

	L1	L2	L3	L4	L5	S1	S2	S3
ILIO PSOAS								
SARTORIUS								
PECTINEUS								
GRACILIS								
ADD LONGUS								
ADD BREVIS								
ADDUCTOR MAGNUS								
QUADRICEPS								
OBT EXT								
TIB ANT								
TIB POST								
TEN FAS LATA								
GLUT MED & MIN								
SEMI MEMBRANOSUS								
SEMI TENDINOSUS								
EXT HALL L								
EXT DIG L								
PER TERT								
PER BREVIS								
PER LONGUS								
LAT HIP ROT								
GASTROCN								
SOLEUS & PLANT								
BICEPS FEMORIS								
GLUTEUS MAX								
FLEX HALL L & R								
FLEX DIG L & R								
FOOT INTRINSICS								

Sharrard, 1964

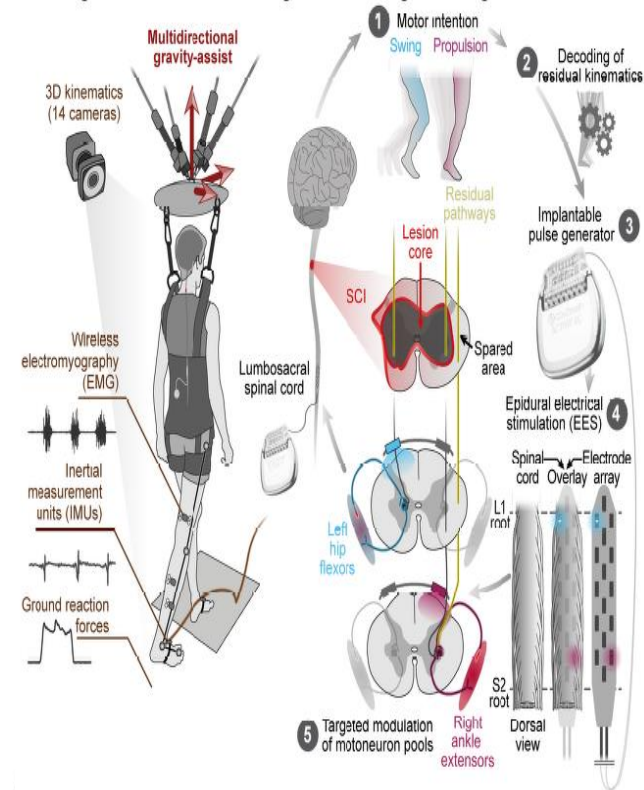
Spatial distribution of motoneuron pools



Spinal cord MRI → 3D CT-scan →

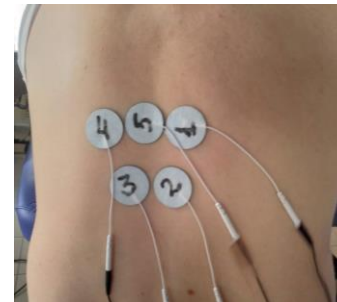
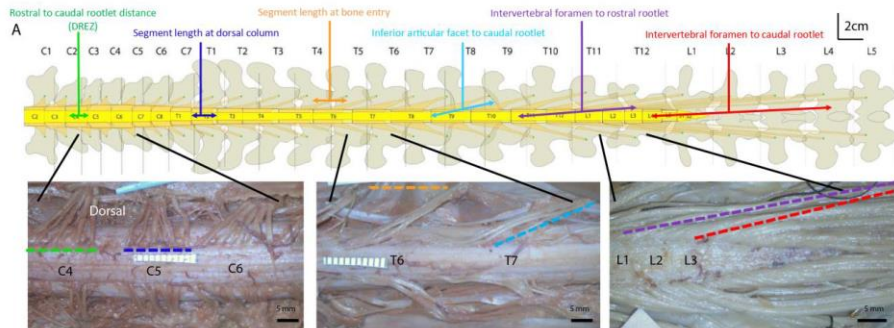


a Targeted neurotechnologies enabling walking after SCI

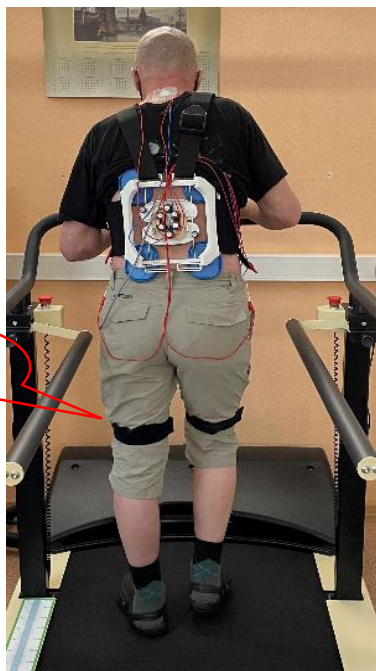


Wagner et al., 2018

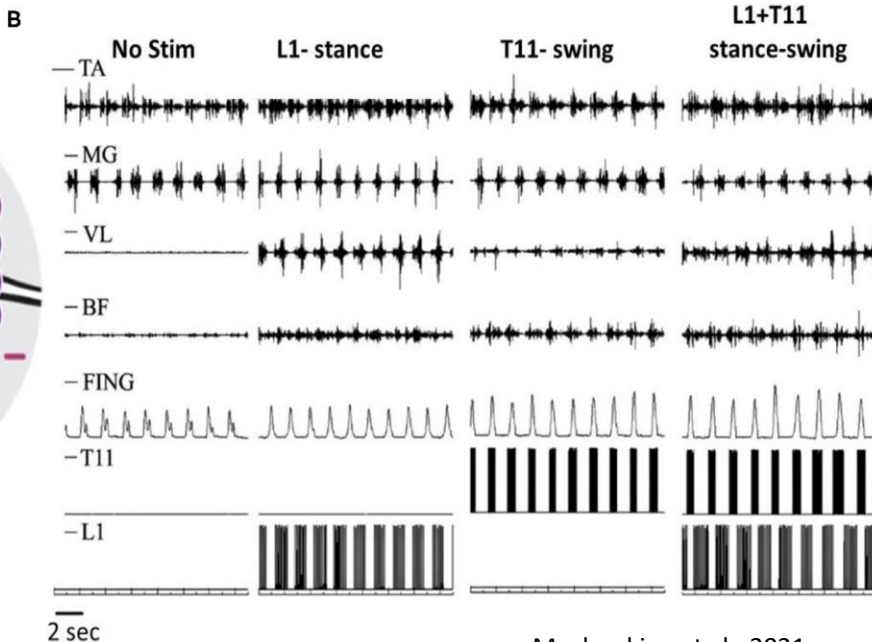
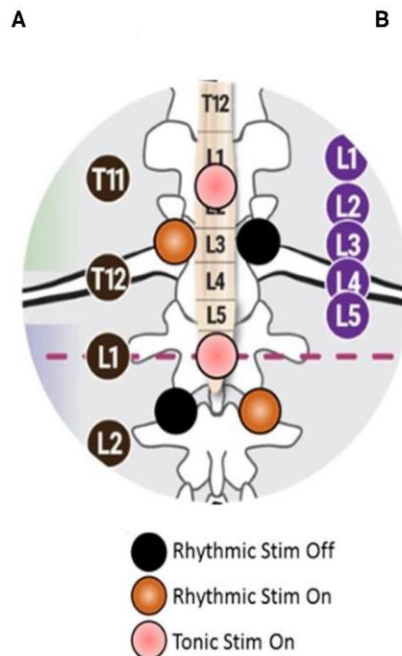
# СПИНАЛЬНЫЙ НЕЙРОПРОТЕЗ. ПРИНЦИПЫ



Mendez et al., 2021



*гироскоп*

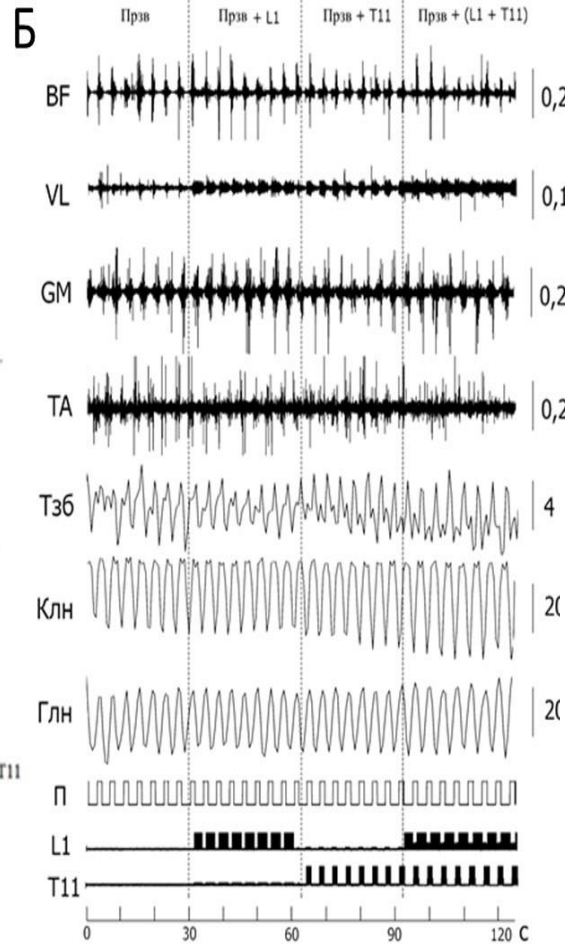
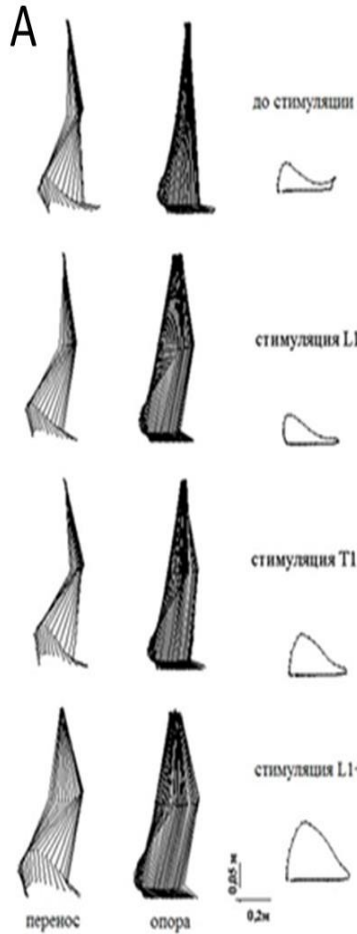
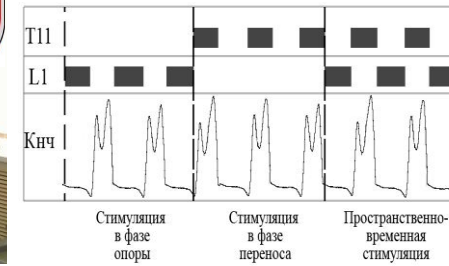


Moshonkina et al., 2021

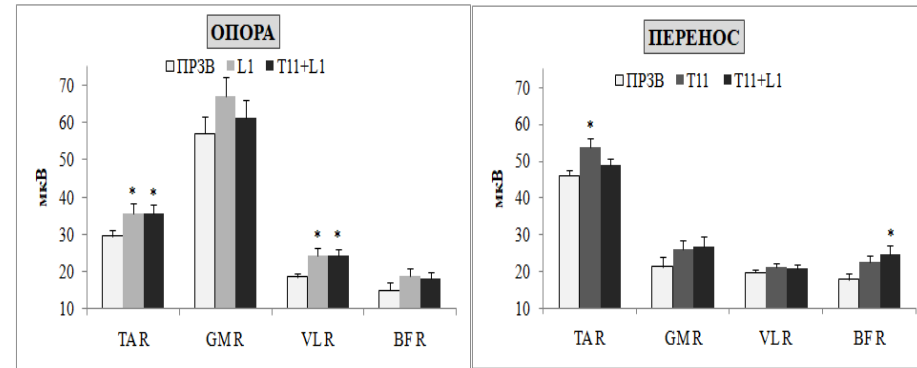
# СПИНАЛЬНЫЙ НЕЙРОПРОТЕЗ. ЗДОРОВЫЕ ДОБРОВОЛЬЦЫ



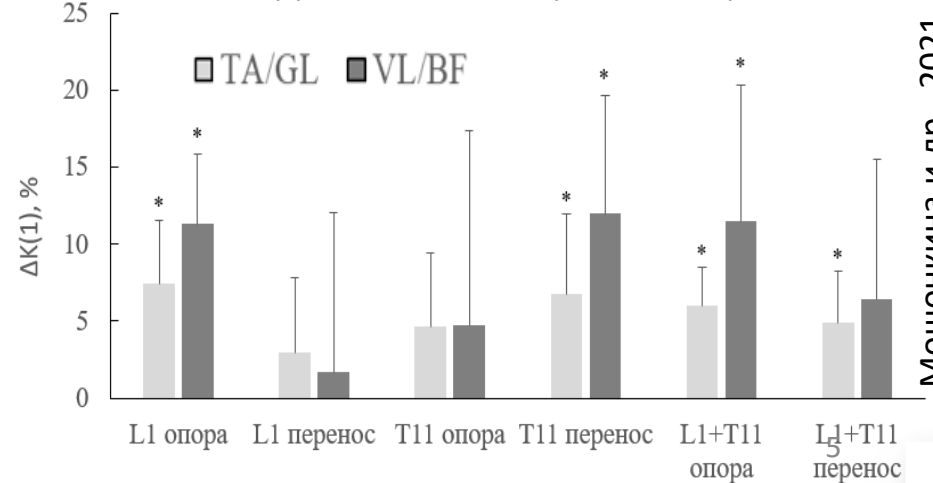
## АЛГОРИТМ СТИМУЛЯЦИИ



## СУММАРНАЯ ЭМГ



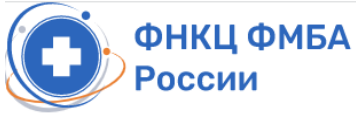
## ИНДЕКС КООКТИВАЦИИ МЫШЦ



Городничев и др., 2021

Мошкнина и др., 2021

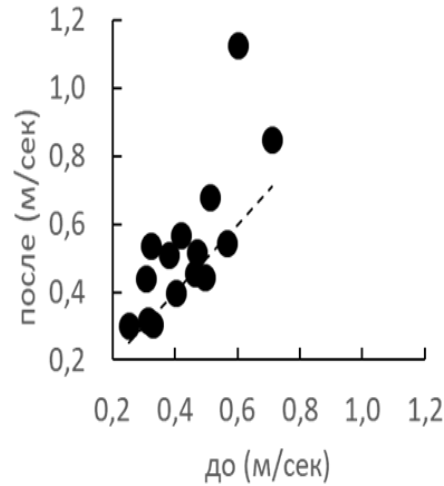
# СПИНАЛЬНЫЙ НЕЙРОПРОТЕЗ В КЛИНИКЕ. ЭФФЕКТ ОДНОЙ ПРОЦЕДУРЫ



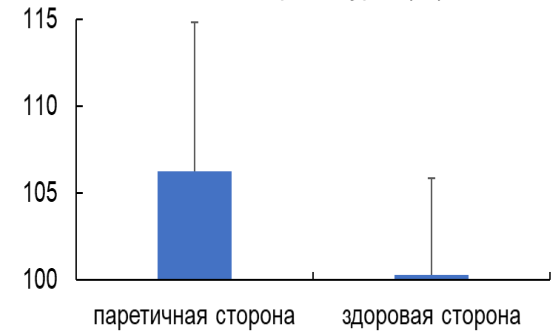
n=15, 59±14,3 лет



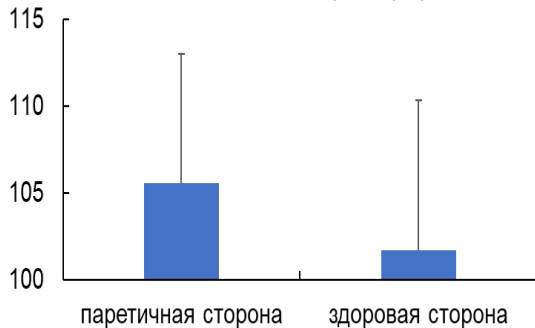
скорость ходьбы



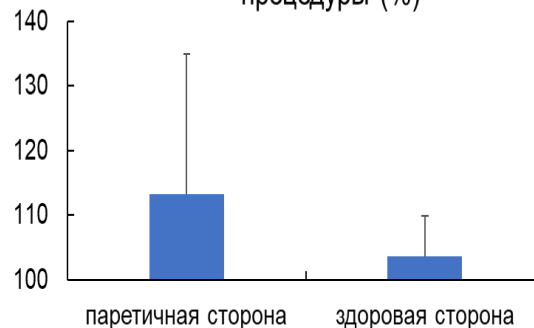
высота подъема стопы после процедуры (%)



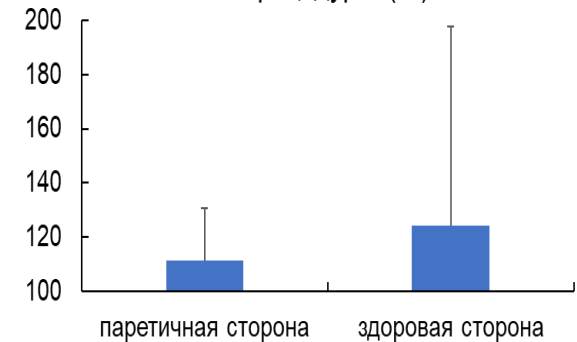
изменение угла в ТБС после процедуры (%)



изменение угла в КС после процедуры (%)



изменение угла в ГСС после процедуры (%)



# СПИНАЛЬНЫЙ НЕЙРОПРОТЕЗ. ПЛАН КЛИНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

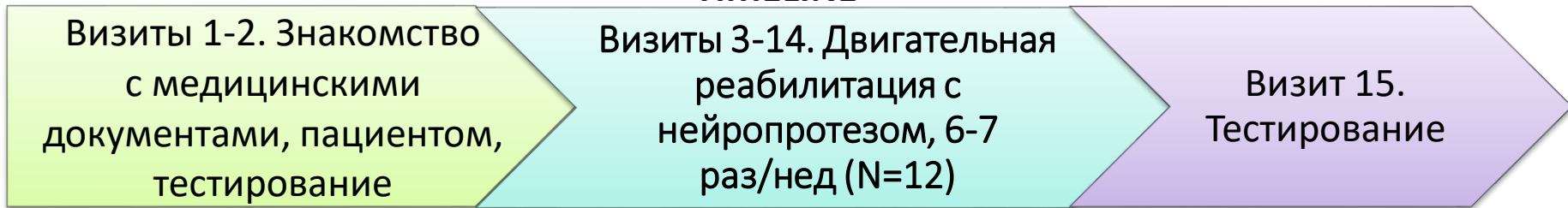
Аппарат для нейростимуляции «Спинальный нейропротез» в вариантах исполнения» по ТУ 26.60.13-004-65248030-2021

ПАЦИЕНТЫ: мужчины и женщины, 18-70 лет, в стационаре на реабилитации, перенесшие ОНМК 1-12 месяцев назад, двигательные нарушения по типу гемипареза

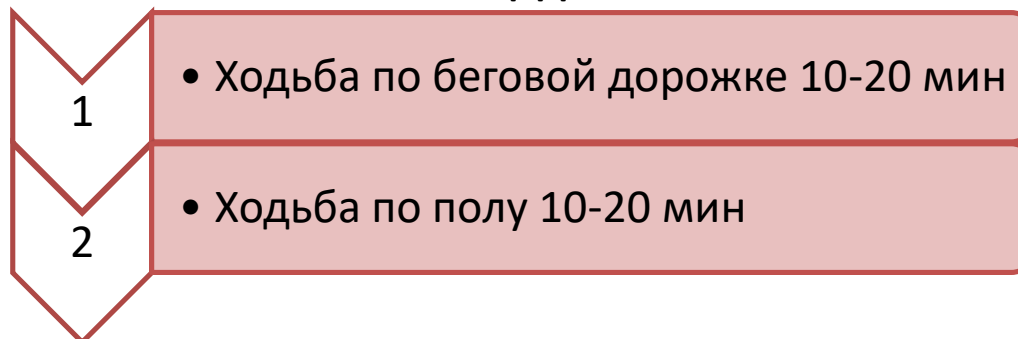
ГРУППА 1 (основная, n=10): двигательная реабилитация с нейропротезом (с ЧЭССМ) и стандартная реабилитация

ГРУППА 2 (**контрольная**, n=10): двигательная реабилитация с нейропротезом (**без** ЧЭССМ) и стандартная реабилитация

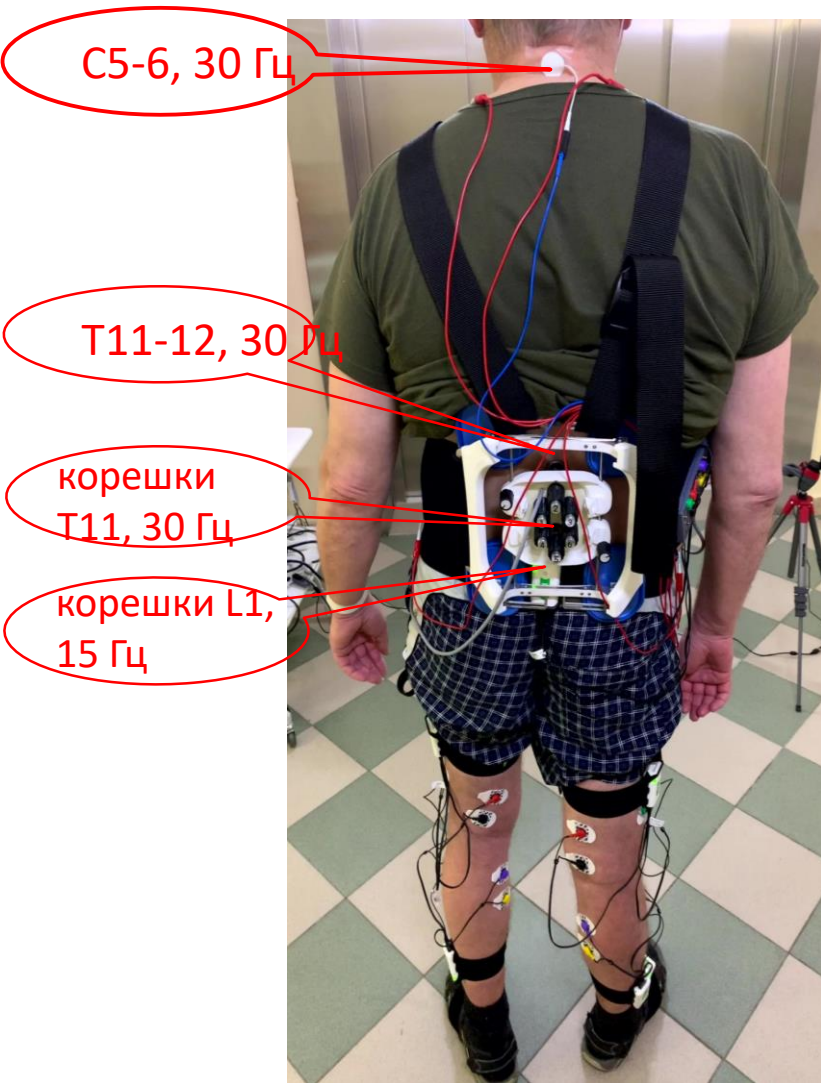
## TIMELINE



## ПРОЦЕДУРА



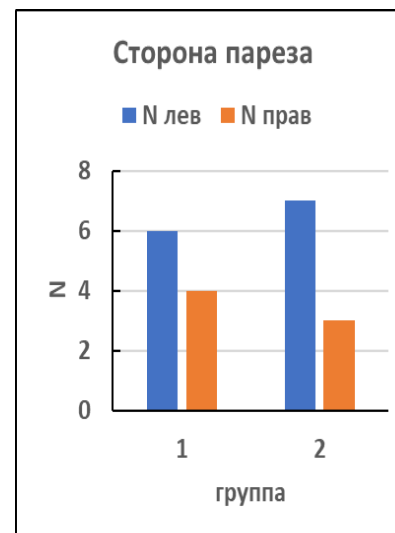
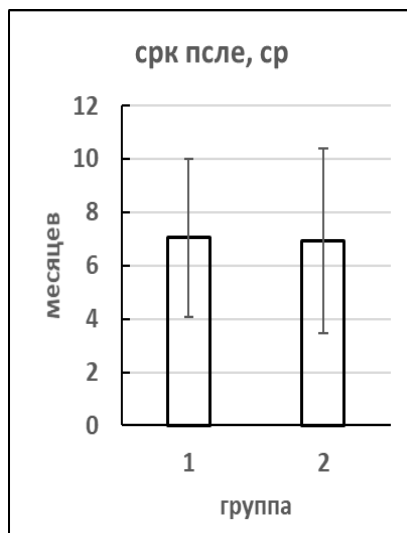
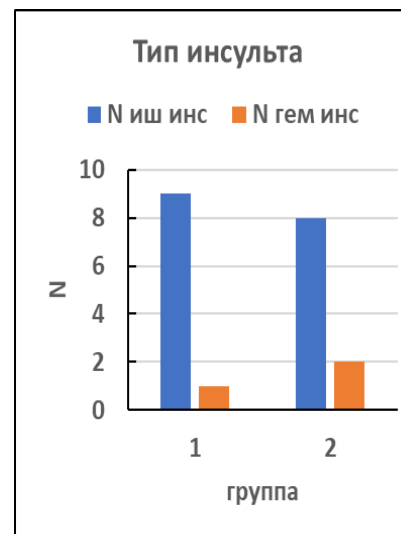
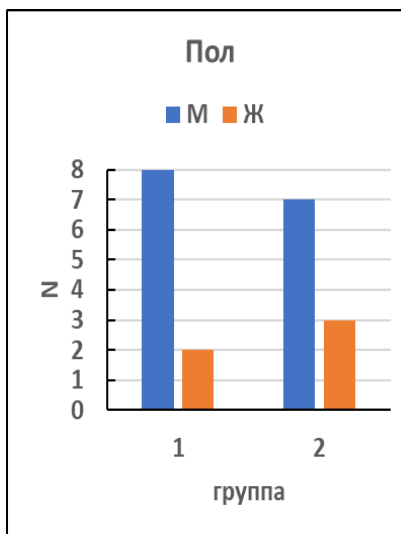
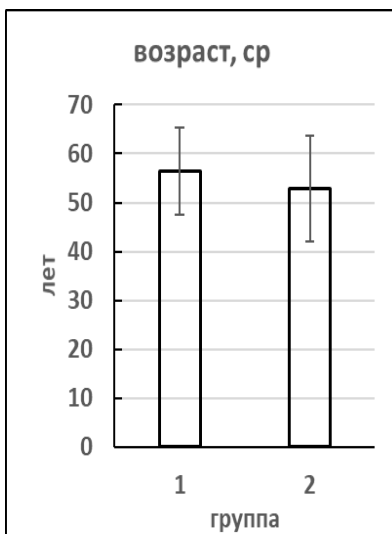
# СПИНАЛЬНЫЙ НЕЙРОПРОТЕЗ. ЧРЕСКОЖНАЯ СТИМУЛЯЦИЯ СПИННОГО МОЗГА



# СПИНАЛЬНЫЙ НЕЙРОПРОТЕЗ. ТЕСТЫ

- **Тест 6 мин ходьбы**
- **Тест ходьбы на 10 м**
- Оценка физического состояния паретичных верхних и нижних конечностей по шкале Фугл-Мейера (Fugl-Meyer Test)
- Шкала оценки мышечной силы для верхних (Medical Research Council Weakness Scale) и нижних (Harrison) конечностей
- Оценка функции равновесия по шкале Берга (Berg Balance Scale)
- Шкала меры функциональной независимости (Functional Independence Measure)
- Оценка спастичности (Модифицированная шкала Ашворта)
- Оценка независимости и инвалидизации пациентов по модифицированной шкале Рэнкина (Modified Rankin Scale)
- Шкала реабилитационной маршрутизации (ШРМ)
- Оценка пространственно-временных и кинематических параметров ходьбы (физиологические методы)

# СПИНАЛЬНЫЙ НЕЙРОПРОТЕЗ. ПАЦИЕНТЫ

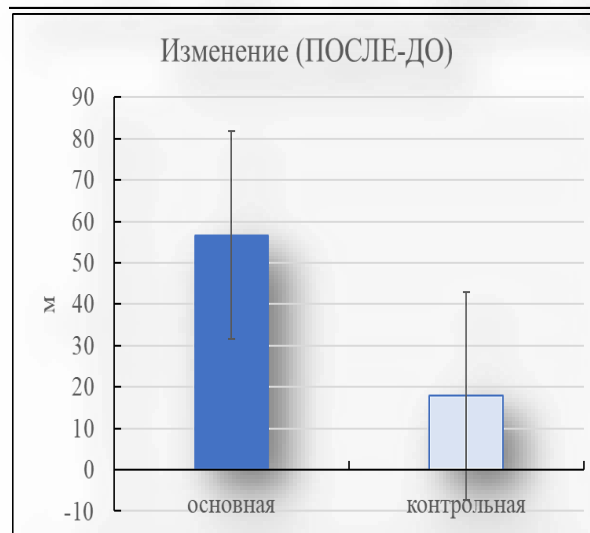
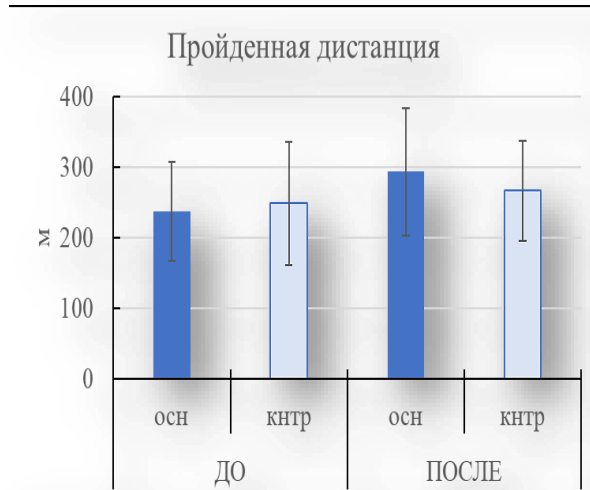


# СПИНАЛЬНЫЙ НЕЙРОПРОТЕЗ. ИТОГО

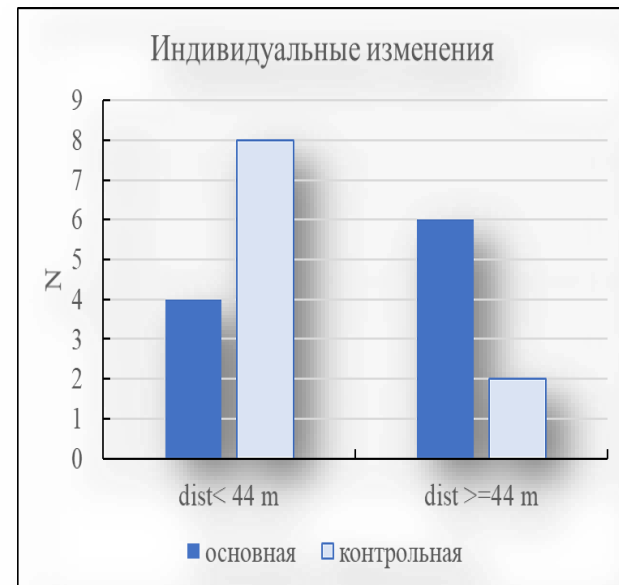
	МСИД		изменения после курса, значимые (тенденция)	
	основная	контрольная	основная	контрольная
<b>Первичная точка эффективности</b>				
Тест 6 мин ходьбы	√	-	√	-
Тест ходьбы на 10 м	√	-	√	-
<b>Вторичная точка эффективности</b>				
Шкала Фугл-Мейера (физическое состояние паретичных конечностей)	-	√'	√	√
Шкала оценки мышечной силы верхних и нижних конечностей	*	*	√	-
Функция равновесия по шкале Берга	*	*	√	√
Шкала меры функциональной независимости	-	-	(√)	-
Модифицированная шкала Ашворта (спастичность)	√'	√'	√	√
Модифицированная шкала Рэнкина (независимость и инвалидизация)	*	*	√	√
Шкала реабилитационной маршрутизации	*	*	√	(√)
Оценка пространственно-временных и кинематических параметров ходьбы. Результаты электромиографии	*	*	√'''	√'''
#	- по суммарным показателям			
*	- не опубликовано или не применимо			
√'	- только для верхних конечностей			
√''	- для разных мышц			
√'''	- различные показатели			

# СПИНАЛЬНЫЙ НЕЙРОПРОТЕЗ.

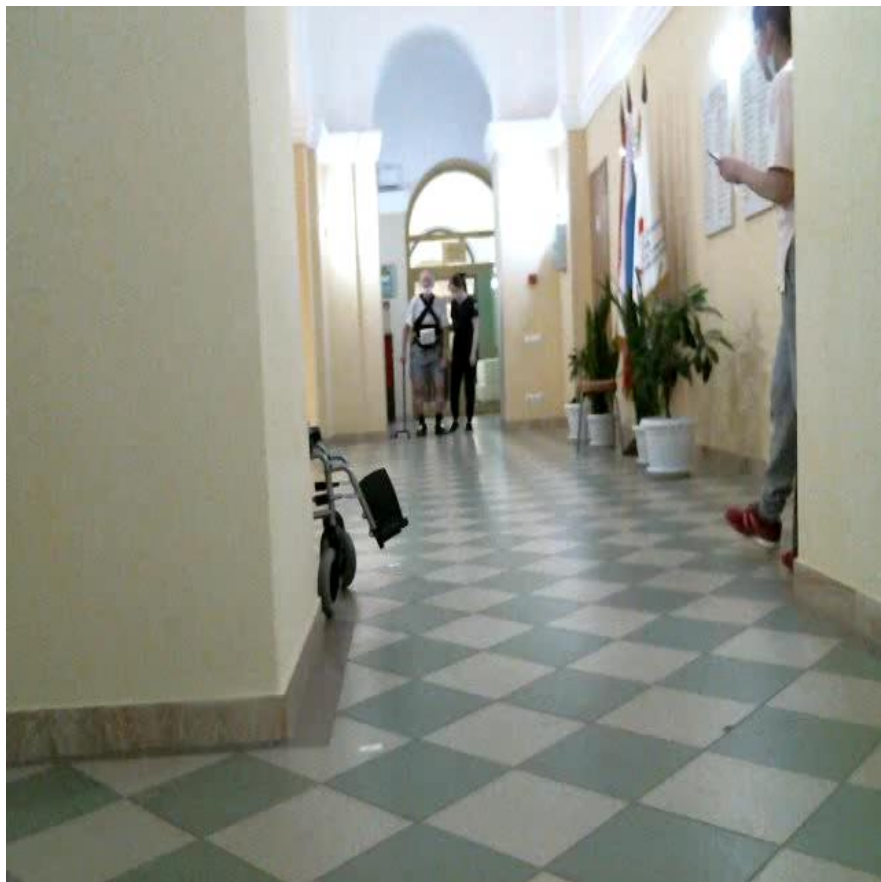
## Тест 6 мин ходьбы (первичная точка эффективности)



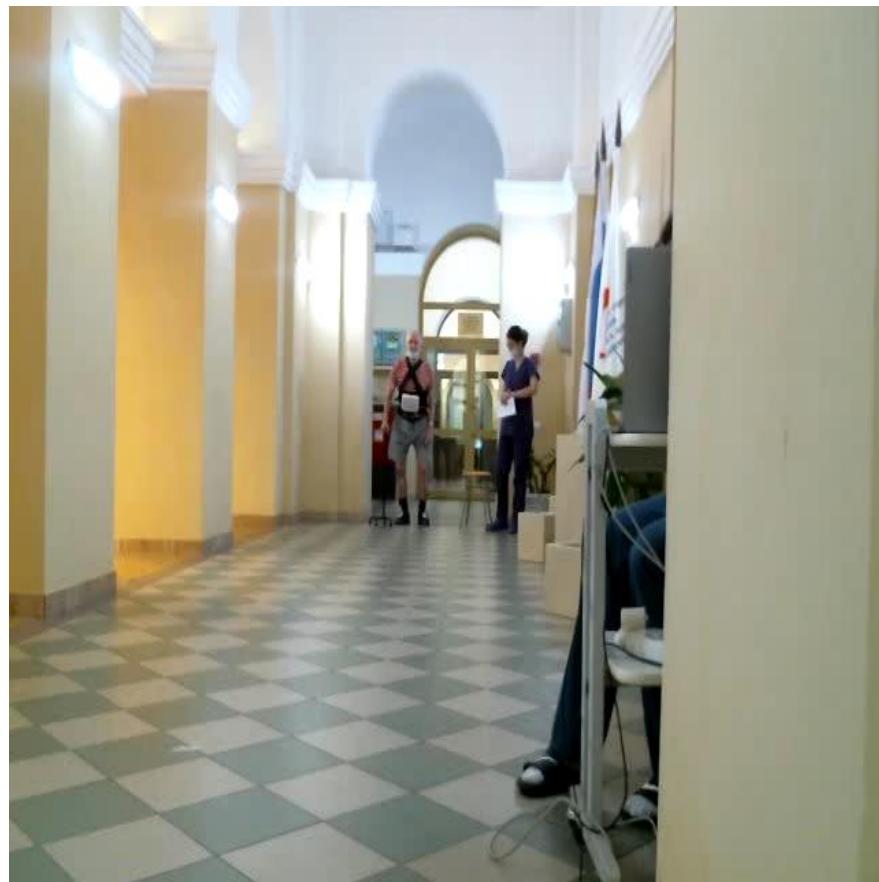
Minimal Clinically Important Difference  
(MCID) = 44 м  
(Fulk, He, 2018)



# СПИНАЛЬНЫЙ НЕЙРОПРОТЕЗ. ПРИМЕР



ДО

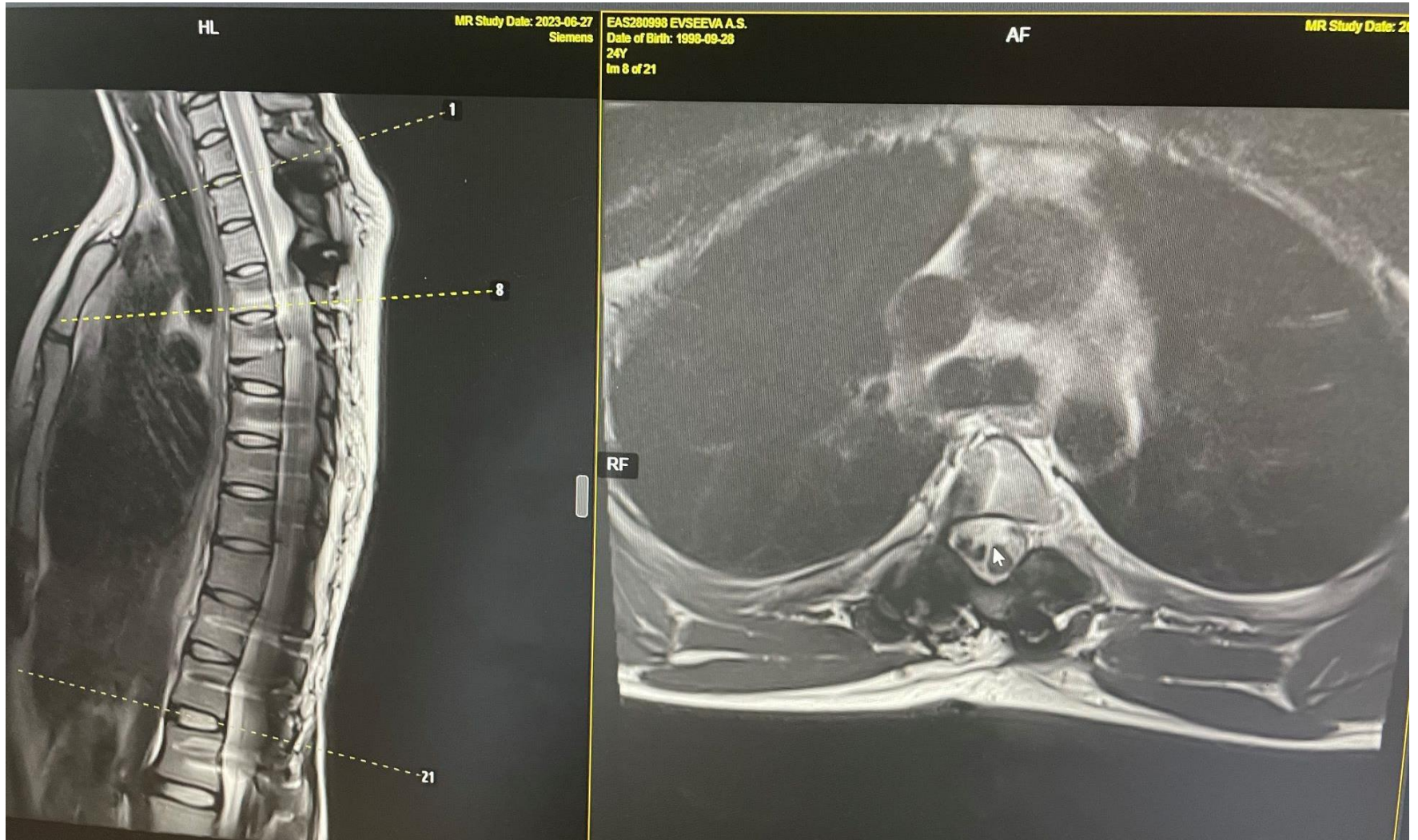


ПОСЛЕ

# Применение нейропротеза у пациентов с повреждением спинного мозга

Пациентка А., 1998 г.р. (25 лет)  
Диагноз: последствия тяжелой сочетанной кататравмы, переломовывиха Th5/Th6 с повреждением спинного мозга от 2015 г. Состояние после оперативного лечения позвоночно-спинномозговой травмы 12.06.2015 г. – установка металлоконструкции на уровне Th3-L2 позвонков. Посттравматическая миелопатия на грудном уровне, Посттравматическая киста спинного мозга на уровне Th5/Th6 позвонков. Об-но: нижняя параплегия, нарушение функции тазовых органов  
По шкале ASIA B/118

# МРТ пациентки А., 1998 г.р.



# Применение нейропротеза у пациентов с повреждением спинного мозга

# Применение нейропротеза у спинальных пациентов

Пациентка Е., 1995 г.р. (28 лет)

Диагноз: объемное образование тела L4 позвонка.

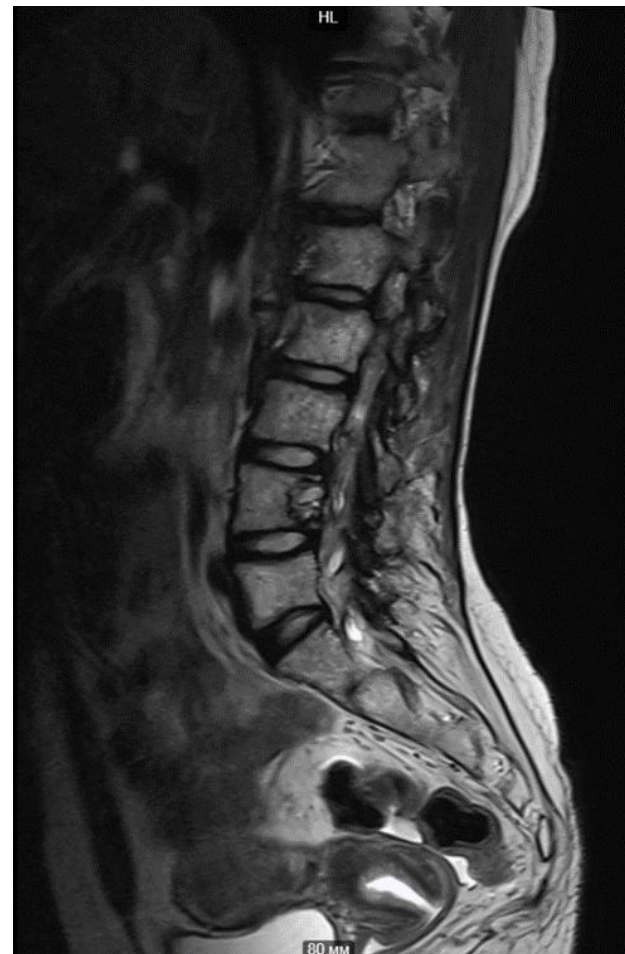
Состояние после хирургического лечения и лучевой терапии от 2005 г. Нижний вялый парапарез. Продолженный рост объемного образования, рецидив?

21.07.23 удаление объемного образования тела L4 позвонка, транспедикулярная фиксация L3-L4-L5.

Нижний парапарез 0- 1 балл.

По шкале ASIA B

МРТ пациентки Е.





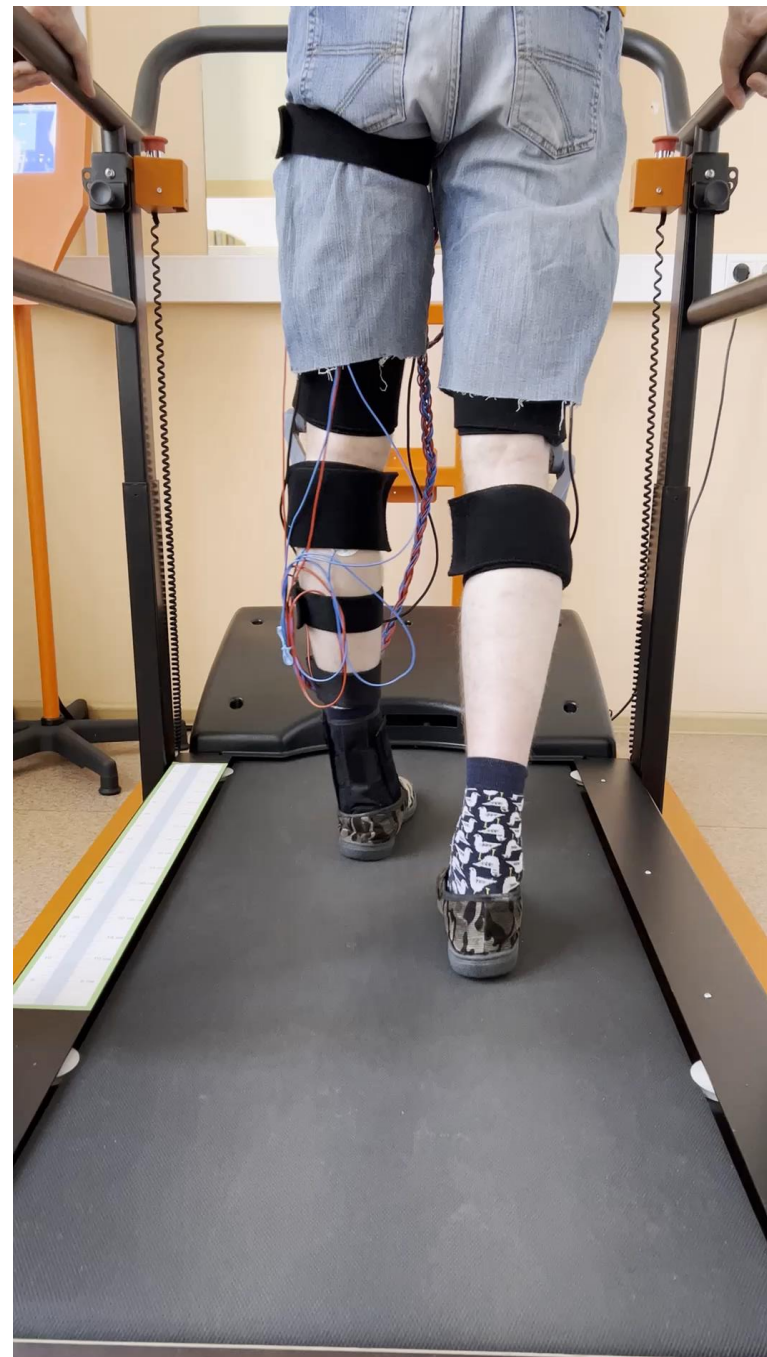
Ходит по тредмилу с  
нейропротезом.

По прямой поверхности с  
ходунками.

# Применение нейропротеза у пациентов с повреждением спинного мозга

Пациент Ю., 2000 г.р.(23 года)  
Диагноз: Сочетанная травма головы, груди, живота. ЗЧМТ, сотрясение г.м., ЗПСМТ, компрессионно-оскольчатый нестабильный, осложненный перелом С7, перелом остистого отростка С6, поперечных отростков Th4-5 справа, ушиб сп.м. Закрытая травма живота, разрыв селезенки, закрытая травма таза с нарушением непрерывности тазового кольца, закрытый перелом левой боковой массы крестца.  
Об-но: тетрапарез до плегии в ногах, проводниковая анестезия с уровня Th2-3, нарушение функции тазовых органов по центральному типу  
По шкале ASIA - B

Благодарю за внимание  
[garlen@inbox.ru](mailto:garlen@inbox.ru)



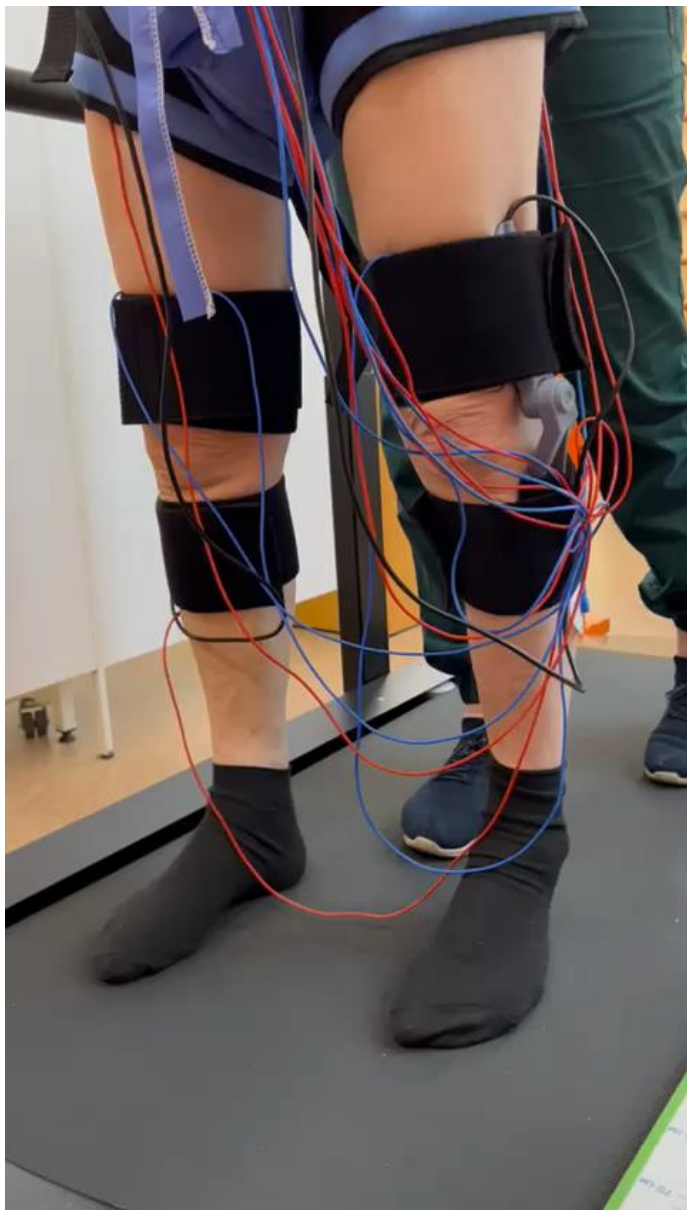


# МАСТЕР-КЛАСС ПО ПРАКТИЧЕСКОМУ ПРИМЕНЕНИЮ НЕЙРОПРОТЕЗА В КЛИНИКЕ

Е.С. Николаец

Е.Н.Жарова

РНХИ им. проф. А.Л.Поленова



Пациент М., 1948 г.р. (74 года)

Диагноз: Острое нарушение спинального кровообращения в бассейне артерии Адамкевича с формированием миелоишемии на уровне Th4-Th9 от 26.10.2022 года в виде нижнего парапареза, нарушения функции тазовых органов по типу задержки, нарушения поверхностной чувствительности по проводниковому типу с уровня D8. Рэнкин 5ст.

M48.0 ДДЗП. Грыжи дисков C4-C5, C5-C6, C6-C7. Спондилоартроз. Спондилёз. Вторичный стеноз позвоночного канала на уровнях C4-C5, C5-C6, C6-C7. Кифотическая деформация шейного отдела позвоночника.

Операция 25.10.2022: Микродискэктомия C4-C5, C5-C6 и C6-C7. Микрохирургическое удаление грыж межпозвонковых дисков C4-C5, C5-C6 и C6-C7. Передний межтеловой спондилодез на уровнях C4-C5, C5-C6 и C6-C7 кейджами FIDJI 6,9 мм, 6,1 мм и 6,9 мм соответственно с фиксацией в телах C4, C5, C6, C7 позвонков левосторонним парафарингеальным доступом.

I25.8 ИБС. Последствия ОНМК по ишемическому типу в 2008 году (анамнестически). ASIA B

# MPT пациента М., 1948 г.р.



## 2 этап – тредмил без ФЭС



# Ходьба без ФЭС и тредмила

