

КРИТЕРИИ ДИАГНОСТИКИ НАРУШЕНИЯ ХОДЬБЫ ПРИ МОЗЖЕЧКОВОЙ АТАКСИИ ПО ДАННЫМ ВИДЕОАНАЛИЗА ДВИЖЕНИЙ

ГУ Республиканский научно-практический центр неврологии и нейрохирургии МЗ РБ

В работе описаны новый метод с использованием фронтальноориентированной диагностической модели, предложенный авторами для диагностики двигательных нарушений у пациентов с мозжечковой атаксией. В исследовании предложенным методом были оценены результаты, полученные у 50 пациентов с выделением значимых критериев.

Ключевые слова: мозжечковая атаксия, видеоанализ движений.

S. A. Likhachov, U. A. Lukashevich

DIAGNOSTIC CRITERIA OF GAIT DISTURBANCES IN THE GROPE OF CEREBELLAR ATAXIA PATIENTS ON THE VIDEOMOTION ANALYSIS

There was described the new method of frontal plane orientated model applying. Also there were examined 50 cerebellar ataxia patients by means of above-mentioned method. At the end of the study it was got the valid outcomes of the complicated «Step» movement performing in the form of defined indexes.

Key words: cerebellar ataxia, videomotion analysis.

По мнению Н.А. Бернштейна (1966) главная роль в регуляции локомоции отводится на долю координации, являющейся в свою очередь определенным свойством адекватной нейромышечной работы, позволяющей пластично регулировать количество степеней свободы при сложных взаимодействиях звеньев биомеханической цепочки. При достижении ориентировочной основы действия процесс координированности реализуется за счет дозированных мышечных добавок в виде текущих коррекций выполняющих роль реактивного контроля в рамках описанной в 1962г. П.К. Анохиным функции опережающего отражения действительности. К клинике нервных болезней особая роль принадлежит патологическим состояниям сопровождающимся атаксиями (ataxia; греч. беспорядок, отсутствие координации), таким как спиноцеребеллярные дегенерации (СЦД) и демиелинизирующие заболевания (ДЗ) [1,2,6-8].

Для анализа и динамической оценки двигательных нарушений сопровождающихся атаксией предложена группа устройств фиксирующих след перемещающегося биокинематического элемента [3-5].

Наиболее перспективной методикой оценки двигательных нарушения является метод видеоанализа функционально усложненного шагового движения во фронтальной плоскости [3-10].

Цель исследования: заключается в выделении объективных критериев двигательных нарушений при МА на основе данных видеоанализа движения.

Материалы и метод

Основную группу составило 50 пациентов с достоверно установленным диагнозом СЦД и ДЗ в клинике которых преобладал симптом мозжечковой атаксии (МА), в возрасте (Me[UQ/LQ]) 34,5 [28/45] лет, с ростом 170 [164/176] см, и весом 66,5 [60/74 (49/90)] кг. Из них мужчины были представлены 24 пациентами (48%). Отбор пациентов в данную группу осуществлялся по наличию легких (ЛКН), либо умеренных координаторных нарушений (УКН). При этом преимущественно левосторонняя латерализация координаторных нарушений (ПЛЛКН) имела место у 23 (46%) обследуемых. Преимущественно правосторонняя латерализация координаторных нарушений (ППЛКН) была выявлена у 27 (54%) пациентов. ЛКН отмечались у 19 (38%) пациентов, УКН у 31 (62%) пациента. Основная группа включала пациентов с демиелинизирующими заболеваниями (ДЗ) и пациентов со спиноцеребеллярными дегенерациями (СЦД). При этом подгруппа лиц с ДЗ состояла из пациентов с рассеянным склерозом (РС) и пациентов с дебютом демиелинизирующего заболевания (ДДЗ), длительностью до 1 года. Подгруппа обследуемых лиц с ДЗ

Таблица 1 – Временные показатели движения «Step» у пациентов с МА и здоровых испытуемых (сек)

Временные показатели		Тсум.	Тср. ПП	Тср. ПДО (dex+sin)	Тср. ПДО (high+low)	Тср. ПП 'UP' sin	Тср. ПП 'UP' dex	Тср. ПП 'Down' sin	Тср. ПП 'Down' dex
МА (n=50)	Me	16,3	1,2	0,3	1,5	1,2	1,2	1,1	1,1
	UQ	18,4	1,4	0,7	2,2	1,4	1,5	1,2	1,3
	LQ	13,0	1,1	0,0	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0
р (M-U)	МА и Зд	0,0	0,0	0,0	0,0	0,001	0,0	0,0	0,0
Здоровые (n=60)	Me	8,9	1,0	0,0	0,2	1,1	1,0	1,0	1,0
	UQ	9,8	1,1	0,0	0,4	1,1	1,1	1,0	1,0
	LQ	8,0	1,0	0,0	0,1	1,0	1,0	0,9	0,9

состояла из 39 (78%) пациентов у которых отмечались координаторные нарушения, мышечная гипотония без повышения мышечного тонуса по спастическому типу, а так же пирамидная недостаточность. Пациенты с РС были представлены 26 (52%) пациентами. 26% (13 человек) анализируемой группы приходилось на долю пациентов с клинически установленным ДДЗ. Подгруппа пациентов со СЦД состояла из 11 (22%) человек.

В контрольную группу вошло 60 испытуемых являющихся здоровыми по субъективным и объективным данным. Возраст добровольцев составил 30 [43/22] лет, их рост-173 [180/166] см, вес-71 [78/60] кг. Доля мужчин составила 60%.

Испытуемые всех групп были обследованы с использованием системы видеонализа движений «StarTrace» при выполнении функционально усложненного шагового движения «Step». В проводимом исследовании анализировались следующие углы: правый и левый верхнеплечевые (ВПУ), правый и левый нижних конечностей (УНК), межколенный (МКУ), межголеностопный угол (МГУ). Оценка кинематики проводилась автоматически аналитической средой «V&A». При этом выделялся ряд параметров. Параметры среднего времени: периодов переноса (Тср. «ПП»); правых и левых периодов двойной опоры (Тср. «ПДО» (dex.+sin.)); верхних и нижнего периодов двойной опоры (Тср.ПДО(high+low)); периодов

переноса вверх левой ноги (Тср.ПП «Up» sin.); периодов переноса вверх правой ноги (Тср.ПП «Up» dex.); периодов переноса вниз левой ноги (Тср.ПП «Down» sin.); периодов переноса вниз правой ноги (Тср.ПП «Down» dex.). Параметры угловых девиаций периодов: двойной опоры (УДДОmax-min); переноса (УДППmax-min); суммарная (УДmax-min); переноса вверх левой ноги (УДПП «Up» sin.max); переноса вверх правой ноги (УДПП «Up» dex.max); переноса вниз левой ноги (УДПП «Down» sin.max), переноса вниз правой ноги (УДПП «Down» dex.max). Интегральные показатели: нецеленаправленных движений (P_noise); целенаправленных движений (P_sign); полезности движения (КПД); коленно-голеностопные разницы периодов переноса-левой (КГРПП «Down» «Up» sin.) и правой ноги (КГРПП «Down» «Up» dex.); изоморфные точки углового возврата-левая (ИТУВsin.) и правая (ИТУВdex.); показателя амплитуды максимального подъема (Аmax) [3-5].

Полученные результаты обрабатывались в программном пакете «Statistica 8,0» с выделением медианы, 75-и 25-перцентилей (Me[UQ/LQ], при этом достоверность результатов определялась при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

1. Результаты временных показателей представлены в таблице №1.

У пациентов с МА изучены и установлены временные параметры шагового движения «Step»: Тсум-16,3 сек.; Тср.ПП, Тср.ПП «Up» sin., Тср.ПП «Up» dex. и Тср.ПП «Down» dex в диапазоне от 1,1 до 1,2 сек; Тср.ПП «Up» dex. для пациентов со СЦД – 1,0 сек, для пациентов с РС – 1,2 сек; Тср.ПДО(dex.+sin.) – 0,3 сек; Тср.(high+low)-1,5 сек. При этом достоверно определено удлинение всех временных показателей шагового движения у пациентов с МА в сравнении с группой здоровых добровольцев. Удлинение статической фазы безразличного равновесия обусловлено нарушением функции реактивного контроля. Выявлены достоверные отличия между пациентами с РС и СЦД по значению показателя Тср.ПП «Up» dex. меньшего в последней подгруппе.

2. Результаты кинематики ЛУНК представлены в таблице №2.

У пациентов с МА изучены и установлены значения параметров ЛУНК: УДДО max-min-2,2°; УДПП max-min-12,8°; УД max-min – 8,2°; УДПП «Up» sin.max, УДПП «Up» dex.max, УДПП «Down» sin.max, и УДПП «Down» dex.max в диапазоне от 162,6° до 163,5°; УДПП «Up» sin.max у пациентов с ЛКН-162,0°, а у пациентов с УКН – 164,8°; УДПП «Down» dex.max у пациентов с РС-163,8°, у пациентов с ДДЗ-161,8°. Анализ полученных данных выявил достоверное увеличение объема угловой девиации ЛУНК в динамических и статических фазах шагового движения в сравнении со здоровыми добровольцами, обусловленное нарушением функции реактивного контроля и сенсор-

Таблица 2 – Угловые показатели движения «Step» у пациентов с МА и здоровых испытуемых для ЛУНК (град)

Угловые показатели		ЛУНК УДДО max-min	ЛУНК УДПП max-min	ЛУНК УД max-min	ЛУНК УДПП 'UP' sin max	ЛУНК УДПП 'UP' dex max	ЛУНК УДПП 'Down' sin max	ЛУНК УДПП 'Down' dex max
МА (n=50)	Me	2,2	12,8	8,2	162,9	163,5	162,7	162,6
	UQ	3,3	15,8	9,6	165,4	166,2	165,8	164,9
	LQ	1,4	9,9	6,5	160,7	160,8	160,4	160,3
р (M-U)	МА и Зд	0,0	0,0	0,0	0,016	0,003	0,010	0,003
Здоровые (n=60)	Me	0,2	10,0	5,5	161,2	161,5	161,0	160,7
	UQ	0,4	12,2	6,7	163,1	163,3	163,2	162,2
	LQ	0,0	8,5	4,7	159,4	159,6	158,7	158,9

Таблица 3 – Угловые показатели движения «Step» у пациентов с МА и здоровых добровольцев для ПУНК (град)

Угловые показатели		ПУНК УДДО max-min	ПУНК УДПП max-min	ПУНК УД max-min	ПУНК УДПП 'UP' sin max	ПУНК УДПП 'UP' dex max	ПУНК УДПП 'Down' sin max	ПУНК УДПП 'Down' dex max	
МА (n=50)	Me	2,2	13,2	8,2	163,4	162,5	161,8	162,4	
	UQ	3,6	15,9	9,9	166,0	165,1	165,9	165,5	
	LQ	1,4	10,8	7,0	160,6	160,1	160,3	160,4	
p (W)		0,502	0,272	0,304	0,739	0,136	0,553	0,903	
p(M-U)		МА и Зд	0,0	0,004	0,0	0,069	0,250	0,005	0,011
Здоровые (n=60)	Me	0,2	11,1	6,1	161,8	161,4	160,8	161,0	
	UQ	0,4	13,8	7,5	163,1	163,2	162,2	163,0	
	LQ	0,1	8,9	4,9	159,8	160,1	158,9	159,1	

ной ориентации внутренней модели, требующей текущей коррекции собственной афферентации. Так же достоверно установлено, что с увеличением выраженности координаторных нарушений происходит увеличение УДПП «Up» sin.max. Так же достоверно установлено большее значение показателя УДПП «Down» dex.max для пациентов с РС

3. Результаты кинематики ПУНК представлены в таблице №3.

У пациентов с МА изучены и установлены значения параметров ПУНК: УДДО max-min-2,2°; УДПП max-min – 13,2°, для пациентов с ПЛЛКН – 14,3°, для пациентов с ПЛЛКН – 11,9°; УД max-min – 8,2°, для пациентов с ПЛЛКН-9,2°, для пациентов с ПЛЛКН-7,4°; УДПП «Up» sin.max, УДПП «Up» dex.max, УДПП «Down» sin.max, и УДПП «Down» dex.max в диапазоне от 161,8° до 163,4°. УДПП «Up» sin.max для пациентов с ПЛЛКН – 161,3°, для пациентов с ПЛЛКН – 164,7°, для пациентов с РС – 164,0°, для пациентов с ДДЗ-160,6°. Анализ полученных данных выявил достоверное увеличение объема угловой девиации ПУНК в динамических и статических фазах шагового движения в сравнении со здоровыми добровольцами. При этом у пациентов с ПЛЛКН имеет место достоверное увеличение угловой девиации ПУНК в динамические фазы шагового движения, в сравнении с пациентами, имеющими ПЛЛКН и в сравнении с ЛУНК. Данные особенности обусловлены нарушением функции реактивного контроля и сенсорной ориентации внутренней модели, требующей текущей коррекции собственной афферентации. Выявленные большие значения кинематики УДПП «Up» sin.max у пациентов с РС позволяют достоверно отличать их от пациентов с ДДЗ.

Таблица 5 – Интегральные параметры для всего движения «Step» у пациентов с МА и здоровых испытуемых.

Линейные показатели		P_sign	P_noise	(КПД) (%)	КГР ПП 'Down' 'UP' sin	КГР ПП 'Down' 'UP' dex	ИТУВ sin.	ИТУВ dex.	
Все (n=50)	Me	8702,2	1060,3	11,4	5,2	5,4	34,4	33,9	
	UQ	12103,0	1481,5	20,6	6,4	6,6	39,5	41,3	
	LQ	6997,7	633,9	5,7	4,0	3,8	22,5	25,3	
p (W)					0,973		0,460		
p(M-U)		МА и Зд	0,123	0,0	0,0	0,798	0,985	0,002	0,0
Здоровые (n=60)	Me	7840,1	60,7	0,9	5,4	5,1	25,3	29,6	
	UQ	10160,1	102,9	1,4	6,3	6,3	30,6	36,5	
	LQ	5864,6	45,4	0,6	4,5	4,4	20,6	25,4	

4. Результаты кинематики МКУ представлены в таблице №4.

У пациентов с МА изучены и установлены значения параметров МКУ: УДДО max-min-1,7°; УДПП max-min-12,0°; УД max-min-7,3°; УДПП «Up» sin.max-43,3°, для пациентов с ДДЗ-45,9°, для пациентов с РС-41,1°, для пациентов со СЦД-42,9°; УДПП «Up» dex.max-43,7°; для пациентов с ДДЗ-46,9°; для пациентов с РС-41,8°, для пациентов с СЦД-42,2°; УДПП «Down» sin.max-41,0°, для пациентов с ДДЗ-42,2°, для пациентов с РС-40,4°; УДПП «Down» dex.max-40,3°, для пациентов с ДДЗ-42,8°, для пациентов с РС-39,2°. Анализ полученных данных выявил достоверное увеличение базы шага в ста-

тические и динамические фазы шагового движения, что связано с выраженным нарушением функции реактивного контроля и с сенсорной дезорганизацией простран-

Таблица 4 – Угловые показатели движения «Step» у пациентов с МА и здоровых испытуемых для МКУ (град)

Угловые показатели		МКУ УДДО max-min	МКУ УДПП max-min	МКУ УД max-min	МКУ УДПП 'UP' sin max	МКУ УДПП 'UP' dex max	МКУ УДПП 'Down' sin max	МКУ УДПП 'Down' dex max
Все (n=50)	Me	1,7	12,0	7,3	43,3	43,7	41,0	40,3
	UQ	2,4	13,7	8,3	47,2	47,9	44,6	43,7
	LQ	0,8	9,8	6,0	39,4	38,8	36,7	37,0
p(M-U)		МА и Зд	0,0	0,001	0,0	0,0	0,0	0,001
Здоровые (n=60)	Me	0,1	10,2	5,4	38,3	38,3	36,1	36,1
	UQ	0,2	11,5	6,2	41,6	41,5	39,5	39,9
	LQ	0,0	8,6	4,7	36,0	35,4	33,9	33,9

ственной ориентации мышечных усилий. Так же установлено достоверно большие значения показателя в динамические фазы локомоции у пациентов с ДДЗ.

5. Результаты интегральных показателей представлены в таблице №5.

У пациентов с МА изучены и установлены значения интегральных параметров для всего движения «Step»: P_sign – 8702,2; P_noise – 1060,3; КПД – 11,4%; КГРПП «Down» «Up» sin.-5,2°, для пациентов с РС – 5,0°, для пациентов с ДДЗ – 5,5°; КГРПП «Down» «Up» dex. – 5,4°;

ИТУVsin-34,4°, для пациентов с ПЛЛКН – 39,6°, для пациентов с ППЛКН – 23,3°; ИТУVdex-33,9°, для пациентов с ПЛЛКН – 27,4°, для пациентов с ППЛДК-39,1°. Анализ полученных данных позволил установить достоверно больший уровень нецеленаправленных движений при МА, соответственно обуславливающих большее, в сравнении со здоровыми лицами значение КПД, что связано с сенсорной дезорганизацией пространственной ориентации мышечных усилий формирующих текущие постуральные коррекции. Установлено наличие «жесткой» связи между планируемой и фактически реализуемой базой шага отражающей идентичность угловой девиации базы шага независимо от нарушений центральных механизмов регуляции локомоции. Так же выявлена зависимость между латерализацией координаторных нарушений и стороной максимальной девиацией предела вертикальной стабильности. Установлено, что у пациентов с УКН относительная высота максимального подъема ноги достоверно больше чем у лиц с ЛКН, что обусловлено более выраженным нарушением функции реактивного контроля.

У пациентов с МА показатель A_{max} равен 40,8% и превышает его значение у здоровых испытуемых-29,6%. При этом у пациентов с ЛКН – 33,4%, у пациентов с УКН – 44,9%. Полученные данные достоверно указывают на большее значение амплитуды максимального подъема в подгруппе пациентов с УКН в сравнении с пациентами с ЛКН.

Выводы

1. В группе пациентов с мозжечковой атаксией установлен ряд параметров отражающих ее основные клинические проявления.

Дисметрия, за счет текущих стабилизирующих коррекций реализуемой моторной программы в неоптимальном режиме, проявляющихся, в сравнении со здоровыми лицами, увеличением всех временных параметров: Тсум-16,3 сек.; Тср.ПП, Тср.ПП «Up» sin., Тср.ПП «Up» dex. и Тср.ПП «Down» dex в диапазоне от 1,1 до 1,2 сек; Тср.ПДО(dex.+sin.) – 0,3 сек; Тср.(high+low)-1,5 сек. В сравнении с группой пациентов с БП установлена меньшая продолжительность динамических фаз, в том числе выполняемых под визуальным контролем.

Дисметрию, за счет нарушения функции реактивного контроля и сенсорной дезориентацией внутренней модели, формирующих избыточный биокинематический объем, проявляющийся увеличением следующих параметров как в сравнении со здоровыми испытуемыми, так и пациентами с БП: 1) параметров ЛУНК, ПУНК и МКУ: УДДО max-min-2,2°, 2,2°, 1,7°; УДПП max-min-12,8°, 13,2°, 12,0°; УД max-min – 8,2°, 8,2°, 7,3°; УДПП «Up» sin.max – 162,9°, 163,4°, 43,3°; УДПП «Up» dex.max – 163,5°, 162,5°, 43,7°; УДПП «Down» sin.max – 162,7°, 161,8°, 41,0°; и УДПП «Down» dex.max – 162,6°, 162,4°, 40,3°; 2) показателя нецеленаправленных движений: P_noise-1060,3 и КПД-11,4%; 3) являющегося большим только в сравнении со здоровыми испытуемыми-показателя предела вертикальной стабильности слева: ИТУVsin-34,4° и ИТУVdex-33,9°; 4) амплитуды максимального подъема: A_{max} -40,8%.

Сохранность базовой моторной программы за счет фактической реализации ее планируемого варианта,

независимо от нарушений центральных механизмов регуляции локомоции, на что указывает отсутствие отличий значений показателей КГРПП «Down» «Up» между здоровыми добровольцами и пациентами с МА и БП.

2. За счет текущих моторных коррекций компенсаторного характера у пациентов с ПЛЛКН, в сравнении с пациентами с ППЛКН, установлено: 1) увеличение предела вертикальной стабильности со стороны локализации координаторных нарушений: ИТУVsin-39,6° и 23,3°; ИТУVdex-27,4° и 39,1°; 2) уменьшение максимальной угловой девиации динамической фазы ПУНК: УДПП «Up» sin.max – 161,3° и 164,7°.

3. За счет сформированного правостороннего ведущего кинематического звена, у пациентов с ПЛЛКН, установлено увеличение угловых девиаций динамических фаз: 1) ПУНК в сравнении с пациентами с ППЛКН: УДПП max-min-14,3° и 11,9°; УД max-min-9,2° и 7,4°; 2) динамических фаз ПУНК в сравнении с ЛУНК: УДПП max-min-14,3° и 12,7°; УД max-min-9,2° и 8,3°;

4. Установлено, что с увеличением выраженности координаторных нарушений происходит увеличение следующих параметров: 1) максимальной угловой девиации динамической фазы ЛУНК: УДПП «Up» sin.max-162,0° и 164,8°; и 2) амплитуды максимального подъема: A_{max} – 33,4%, и 44,9%.

5. Для МА установлены характерные визуальные признаки нарушения ходьбы: «смены опорной поверхности»; «ускоренного подъема и предварительного подъема»; «волнообразного верхнего плато в виде крупных зубцов»; «штампующей установки на опору»; «увеличения амплитуды пика подъема и предварительного подъема».

6. Для пациентов с ДЗ в отличие от пациентов со СЦД характерно увеличение: 1) максимальной угловой девиации динамических фаз МКУ: УДПП «Up» sin.max-45,9° и 42,9°; УДПП «Up» dex.max-46,9° и 42,2°; 2) времени динамической фазы переноса правой ноги: Тср.ПП «Up» dex. 1,2 и 1,0.

7. Для пациентов с РС в отличие от пациентов с ДДЗ в связи с наличием пирамидной недостаточности характерно: 1) увеличение максимальной угловой девиации динамических фаз ЛУНК и ПУНК при переносе контралатеральной ноги: УДПП «Down» dex.max-163,8° и 161,8°; УДПП «Up» sin.max – 164,0° и 160,6°; 2) уменьшение максимальной угловой девиации динамических фаз МКУ: УДПП «Up» sin.max-41,1° и 45,9°; УДПП «Up» dex.max-41,8° и 46,9°; УДПП «Down» sin.max-40,4° и 42,2°; УДПП «Down» dex.max-39,2° и 42,8°; КГРПП «Down» «Up» sin.-5,0° и 5,5°.

Литература

1. Бернштейн, Н. А. Очерки по физиологии движений и физиологии активности. – М.,1966. – 349 с.
2. Донской, Д. Д., Дмитриев С. В. Н. А.Бернштейн и развитие отечественной биомеханики//Теория и практика физической культуры. – 1996.-№11. – С.4 – 9.
3. Лихачев, С. А., Лукашевич В. А. К вопросу применения методики видеоанализа движений // Медицинские новости. Минск. – 2008.-№12. – С.38 – 44.
4. Лихачев, С. А., Лукашевич В. А. Оценка моторных функций сложной локомоции с применением метода видеоанализа движений //Достижения медицинской науки Беларуси. – 2010. – Т.15. – С.64 – 65.

Лечебно-профилактические вопросы

Оригинальные научные публикации ☆

5. Лихачев, С. А., Лукашевич В. А., Хроменков А. В., Тузиков А. В. Математическая модель качественного выделения целенаправленных и нецеленаправленных движений по данным видеоряда спектрального анализа сложного двигательного акта во фронтальной плоскости // Доклады БГУИР. – 2011.-№5(59) – С.61 – 66.

6. Dietz, V. Human neuronal control of automatic functional movements: interaction between central programs and afferent input // Physiology Rev. – 1992. – V.72. – P.33

7. Esa-Pekka Takala, Ilkka Korhonen, Eira Viikari-Juntura. Postural sway and stepping response among working population: reproducibility, long-term stability, and associations with symptoms of the low back // Clin. Biomech. – 1997.-V.12.-N.7-8. – P.429 – 437.

8. Fitzpatrick, R., McCloskey D. I. Proprioceptive, visual and vestibular thresholds for the perception of sway during standing in humans // J. Physiology – 1994. – V.478.-№1. – P.173.

Поступила 19.01.2012 г.