

УДК 612.766.1:57.022:007.51:616-78

**ВЫДЕЛЕНИЕ ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННЫХ И НЕЦЕЛЕНАПРАВЛЕННЫХ
ДВИЖЕНИЙ В СТРУКТУРЕ ЦИКЛИЧЕСКОЙ ЛОКОМОЦИИ**

В.А. Лукашевич¹, М.И. Тарасевич²

¹Белорусская медицинская академия последипломного образования,
U.Lukashevich@gmail.com

²2-я городская клиническая больница г. Минска

Введение

В настоящее время, в Белорусской медицинской академии активно развивается новый метод – «Адаптивная кинезитерапия», включающий диагностику качественной структуры локомоций посредством использования системы беспроводной передачи данных от сенсоров, закрепленных на различных сегментах тела. Актуальность темы продиктована диссонансом между теоретическими разработками и практической реализацией

диагностических методов клинической биомеханики, главным образом видеоанализа движений, который зарекомендовал себя как наиболее эффективный способ получения точных данных о пространственном перемещении человека. В тоже время производители, как правило, не создают протоколы интегральной оценки локомоций. Наш предыдущий опыт в разработке математических алгоритмов позволил выделить в структуре сложного циклического движения определенные частоты целенаправленных и нецеленаправленных движений, которые являются маркерами запущенной моторной программы и ее текущих коррекций [1-3].

Материал и методы исследований

В исследовании приняло участие 20 здоровых добровольцев в возрасте от 20 до 45 лет, с ростом 169,1 [177,2/163,9] см и весом 65,2 [70,1/62,6] кг. Соотношение мужчин и женщин было 1:1, Никто из обследованных добровольцев не предъявлял каких-либо жалоб на патологическое состояние со стороны локомоторной системы, внутренних органов и вестибулярной системы.

Все испытуемые были обследованы с использованием следующих диагностических систем:

1. Беспроводной системы дистанционного мониторинга локомоций, включающей: сенсорный модуль (состоит из нескольких пар акселерометров и гироскопов), закрепляемый в области нижней трети голени и программы анализа входящих данных. При этом тестовым заданием являлось выполнение циклической локомоции шагового движения «ходьба на месте», в течении 30 сек.

2. Системы видеоанализа функционально усложненного шагового движения «Step» с программой расчета интегральных показателей эффективности сложной локомоции (коэффициент нецеленаправленных движений (P_{noise}) и коэффициент целенаправленных движений (P_{sign}).

Статистический анализ полученных результатов проводился в программном пакете «Statistica 8,0». Полученные в ходе исследования данные представлены в виде медианы (Me), верхнего (UQ) и нижнего (LQ) квартилей: $Me [UQ/LQ]$. При сравнении двух зависимых групп применялся критерий Вилкоксона (W). Для определения корреляционных связей между явлениями использовался критерий Спирмана с коэффициентом корреляции (R). Альтернативная гипотеза принималась при уровне статистической значимости 0,001.

Результаты исследования и их обсуждение

При дистанционном мониторинге циклической локомоции «ходьба на месте» установлены следующие значения ускорений для соответствующих частотных полос: полоса №1 с частотой 1-5 Гц – 16,2[19,1/11,5] мм/с²; полоса №2 с частотой 6-10 Гц – 15,2[17,9/10,2] мм/с²; полоса №3 с частотой 11-15 Гц – 8,1[12,6/7,0] мм/с²; полоса №4 с частотой 16-20 Гц – 7,2[11,9/6,0] мм/с²; полоса №5 с частотой 21-25 Гц – 6,5[8,9/5,1] мм/с²; полоса №6 с частотой 26-

30 Гц – $4,7[7,4/4,1]$ мм/с²; полоса №7 с частотой 31-35 Гц – $4,5[5,7/3,4]$ мм/с²; полоса №8 с частотой 36-40 Гц – $4,4[4,8/3,1]$ мм/с²; полоса №9 с частотой 41-45 Гц – $3,7[4,7/2,6]$ мм/с²; полоса №10 с частотой 46-50 Гц – $3,7[4,7/2,8]$ мм/с²; полоса №11 с частотой 51-55 Гц – $3,6[4,4/2,7]$ мм/с²; полоса №12 с частотой 56-60 Гц – $3,4[4,3/2,9]$ мм/с².

Полученные спектральные значения ускорений сравнивались попарно с целью определения статистически значимых границ раздела между выделенными полосами частот. Полученные данные позволили интегрировать следующие статистически значимые границы полос спектра частотных колебаний ускорений нижних конечностей при выполнении циклической локомоции «ходьба на месте»: полоса №1 – спектр низких частот от 1 до 10 Гц.; полоса №2 – спектр средних частот от 11 до 25 Гц; полоса №3 – спектр высоких частот №1 от 26 до 40 Гц; полоса №4 – спектр высоких частот №2 от 41 до 60 Гц. После определения статистически значимых границ раздела частотных полос был выполнен перерасчет значений ускорений для каждой из них: спектр низких частот от 1 до 10 Гц – $15,4 [18,0/10,8]$ мм/с²; спектр средних частот от 11 до 25 Гц – $6,7 [11,5/5,4]$ мм/с²; спектр высоких частот №1 от 26 до 40 Гц – $4,2 [5,9/3,3]$ мм/с²; спектр высоких частот №2 от 41 до 60 Гц – $3,7 [4,7/2,7]$ мм/с².

При выполнении видеоанализа движений получены следующие значения коэффициента нецеленаправленных движений (P_{noise}) - $58,7[101,2/44,7]$ и коэффициента целенаправленных движений (P_{sign}) - $7677,1[10090,6/5669,2]$. При этом установлены сильные корреляционные связи, указывающие на то, что значения ускорений в различных спектральных полосах могут являться критериями объективной оценки качественной структуры циклических локомоций:

1. Полоса от 11 до 25 Гц обозначается как спектр средних частот, в пределах которых реализуются нецеленаправленные движения (с биокинематической структурой не соответствующей целевой моторной программе).

2. Полоса от 26 до 40 Гц обозначается как спектр высоких частот №1, и отражает процесс непосредственной реализации моторной программы целенаправленных движений.

3. Полоса от 41 до 60 Гц обозначается как спектр высоких частот №2, и отражает процесс непосредственной реализации моторной программы целенаправленных движений.

Выводы

В ходе проведенного исследования выделены значимые спектральные полосы частот, характеризующие биокинематическую структуру циклической локомоции: колебания ускорений в полосе от 26 до 60 Гц отражают процесс непосредственной реализации моторной программы целенаправленных движений; в полосе от 11 до 25 Гц реализуются нецеленаправленные движения (с биокинематической структурой не соответствующей целевой моторной программе).

Литература:

1. Способ диагностики нарушения локомоторной функции человека : пат. 17492 Респ. Беларусь, МПК А 61В 5/11, / С.А. Лихачев, В.А. Лукашевич, Н.М. Тарасевич, А.В. Хроменков ; заявитель Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр неврологии и нейрохирургии» Министерства Здравоохранения Республики Беларусь – № а 20101051; заявл. 09.07.2010; опубл. 30.08.2013 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013. – № 4. – С. 66-67.

2. Способ диагностики нарушения локомоторной функции человека при стволово-мозжечковом синдроме : пат. 17493 Респ. Беларусь, МПК А 61В 5/11, / С.А. Лихачев, В.А. Лукашевич, Н.М. Тарасевич, А.В. Хроменков ; заявитель Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр неврологии и нейрохирургии» Министерства Здравоохранения Республики Беларусь – № а 20101105; заявл. 19.07.2010; опубл. 30.08.2013 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013. – № 4. – С.67.

3. Способ диагностики нарушения локомоторной функции человека при болезни Паркинсона : пат. 17494 Респ. Беларусь, МПК А 61В 5/11, / С.А. Лихачев, В.А. Лукашевич, Н.М. Тарасевич, А.В. Хроменков ; заявитель Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр неврологии и нейрохирургии» Министерства Здравоохранения Республики Беларусь – № а 20101106; заявл. 19.07.2010; опубл. 30.08.2013 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013. – № 4. – С.68.