

АНАЛИЗ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ СТАБИЛИЗАЦИИ В ОТДЕЛАХ ПОЗВОНОЧНИКА ПРИ ДВИЖЕНИИ ПО ПАНДУСУ В ИНВАЛИДНОМ КРЕСЛЕ-КОЛЯСКЕ

Головин М.А., Скребенков Е.А., Кольцов А.А.

Федеральный научный центр реабилитации инвалидов имени Г.А. Альбрехта, Российская Федерация, 195067, Санкт-Петербург, Бестужевская улица, дом 50

Резюме

Актуальность. Особые медико-технические требования к проектированию и назначению инвалидных кресел-колясок предъявляют ряд заболеваний, а именно: атрофии, параличи, в том числе нейромышечные деформации позвоночника и спинально-мышечные атрофии, анкилозирующий спондилоартрит.

Цель исследования. Регистрация физиологических движений в шейно-грудном и грудно-поясничном отделах позвоночника при въезде на пандус и съезде с него.

Материалы и методы. В ходе исследования регистрировались движения человека в инвалидном кресле-коляске при въезде на пандус с углом наклона 130 и съезде с него с помощью ассистента. Регистрация движения производилась с использованием исследовательского комплекса H.MotionLab, в состав которого входит сенсор Kinect v.2. В исследовании приняли участие 5 здоровых людей и 5 инвалидов и детей-инвалидов, использующих ИКК ежедневно.

Результаты. Установлено, что момент возникновения физиологических движений стабилизации (момент изменения положения головы относительно горизонта в сагиттальной плоскости) четко определяется при въезде на пандус и при съезде с него на скорости 0,4 м/с. При съезде на более высокой скорости происходит рефлекторное напряжение мышечного корсета туловища, стабилизация положения головы происходит с задержкой.

Заключение. Получены объективные данные о движениях в шейно-грудном и грудно-поясничном отделах позвоночника в сагиттальной плоскости при въезде на пандус и съезде с него. Полученные данные могут быть использованы при проектировании инвалидных кресел-колясок с системой стабилизации положения сиденья, а именно при формировании технических требований к чувствительности и быстродействию механизма адаптации положения.

Ключевые слова: инвалидное кресло-коляска, пандус, эргономика, реабилитация, Habilect.

ANALYSIS OF THE SPINE PHYSIOLOGICAL STABILIZATION MOVEMENTS DURING MOVING ALONG A RAMP IN A WHEELCHAIR

Golovin M.A., Skrebenkov E.A., Koltsov A.A.

Federal Scientific Center of Rehabilitation of the Disabled named after G.A. Albrecht, Bestuzhevskaya street 50, 195067 Saint-Petersburg, Russian Federation

Abstract

Introduction. A number of diseases, namely atrophy, paralysis, including neuromuscular spinal deformities and spinal muscular atrophy, ankylosing spondylitis, impose special medical and technical requirements on the design and appointment of wheelchairs.

Aim. Registration of physiological movements in the cervicothoracic and thoracolumbar spine segments at the entrance and exit of the ramp.

Materials and methods. During the study, the movements of a person in a wheelchair were recorded at the entrance to the ramp with a tilt angle of 13 degrees, and exit from it, with the help of an assistant. The movement was registered using the H.MotionLab research complex, which includes the Kinect v.2 sensor. The study involved 5 healthy people and 5 people with disabilities and disabled children who use the wheelchair on a daily basis.

Головин М.А., Скребенков Е.А., Кольцов А.А. Анализ физиологических движений стабилизации в отделах позвоночника при движении по пандусу в инвалидном кресле-коляске. *Физическая и реабилитационная медицина.* – 2019. – Т. 1, №1. – С. 38–41. DOI: 10.26211/2658-4522-2019-1-1-38-41

Golovin M., Skrebenkov E., Koltsov A. Analysis of the spine physiological stabilization movements during moving along a ramp in a wheelchair. *Physical and rehabilitation medicine*, 2019, Vol. 1 No. 1, pp. 38–41 (in Russ.) DOI: 10.26211/2658-4522-2019-1-1-38-41

Головин Михаил Андреевич; e-mail: golovin@center-albreht.ru / Michail A. Golovin; e-mail: golovin@center-albreht.ru

Results. It was established that the moment of occurrence of physiological stabilization movements (the moment of changing the position of the head relative to the horizon in the sagittal plane) is clearly defined when entering the ramp, and when leaving it at a speed of 0.4 m/s. At the exit at a higher speed, the reflex tension of the muscular corset of the body occurs, stabilization of the head position occurs with a delay.

Conclusion. Objective data on movements in the cervicothoracic and thoracolumbar spine in the sagittal plane were obtained at the entrance and exit of the ramp. The data can be used in the design of wheelchairs with a seat position stabilization system, namely in the formation of technical requirements for the sensitivity and speed of the adaptation mechanism of the position.

Keywords: wheelchair, ramp, ergonomics, rehabilitation, Habilect.

Актуальность

Особые медико-технические требования к проектированию и назначению инвалидных кресел-колясок предъявляют ряд заболеваний, а именно: атрофии, параличи, в том числе нейромышечные деформации позвоночника и спинально-мышечные атрофии, анкилозирующий спондилоартрит, [1]. Важной особенностью их эксплуатации при этом является стабилизация положения оператора кресла-коляски, и, в частности, его головы. Стабилизация в кресле-коляске необходима для обеспечения эргономичного управления [2]. Отсутствие стабилизации приводит к реализации оператором физиологических движений поддержания позы (рис. 1). С целью стабилизации оператора разработаны техники хирургического вмешательства [3], информация о применении которых отсутствует. В настоящий момент существует малое количество ИКК со стабилизацией положения оператора при движении по наклонной поверхности [4].

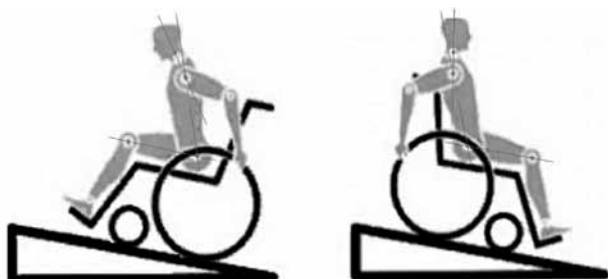


Рис. 1. Физиологические движения стабилизации оператора инвалидного кресла-коляски при движении по наклонной поверхности

Цель исследования

Регистрация физиологических движений стабилизации в шейно-грудном и грудно-поясничном отделах позвоночника при въезде на пандус и съезде с него.

Материалы и методы

В исследовании приняли участие люди без заболеваний опорно-двигательной системы: 4 мужчины (30±5 л.) и 1 девушка (23 г.); пациенты с заболеваниями ОДС: дети (8±4 г.), мужчина (32 г.) и женщина (66 л.). Заболевания: парная ампутация бедер, детский церебральный паралич, последствия травмы спины. Для исследования использовался

пандус с постоянным углом наклона 13°, въезд которого начинается бесступенчато от уровня пола. База ИКК равна 350 мм, диаметр колес: спереди 8", сзади – 12"; спинка установлена вертикально.

Измерения проводились с использованием комплекса H.MotionLab и сенсора Kinect v.2. Это позволило осуществить бесконтактный анализ движения. Исследование проводилось при совокупном естественном и искусственном освещении. Пациенты находились в штанах (брюках) и одежде с длинным рукавом. Ступни ставились широко на подставки для ног с целью обеспечить свободное расстояние между коленями. Данное условие необходимо для корректного построения схемы тела в ПО H.MotionLab.

Методика исследования включала следующие основные этапы. Пандус устанавливался перед сенсором Kinect, при этом большая высота пандуса находилась на расстоянии 1 м от модуля. Испытуемый принимал комфортное положение в ИКК, предплечья располагались на подлокотниках вдоль ИКК. Ассистент закатывал испытуемого в ИКК на пандус со скоростью 0,4 м/с до момента въезда задних колес на пандус. После этого ассистент обеспечивал спуск назад со скоростью 0,4 м/с. Далее испытание повторялось при скорости движения 0,8 м/с.

Анализ полученных данных производился в модуле «Кинематика» комплекса H.MotionLab. Производилась оценка траекторий движения в сагиттальной плоскости 4-ех точек тела: центр головы, межключичная ямка, солнечное сплетение, центр таза.

Результаты и обсуждение

У всех испытуемых при въезде на пандус четко определяли момент возникновения физиологических движений. Примеры отображения информации в окне анализа данных представлены на рис. 2-3.

Графики траекторий движения узловых точек в сагиттальной плоскости представлены на рисунке 4 (въезд на пандус) и рисунке 5 (съезд с пандуса).

Время возникновения физиологических движений стабилизации при въезде составило 1,1±0,3 секунды с момента въезда на пандус у контрольной группы, 1,9±0,5 – у пациентов. При съезде: 1,2±0,8 – у контрольной группы, 1,6±0,6 – у инвалидов.

Амплитуда физиологических движений стабилизации в шейно-грудном отделе у пациентов

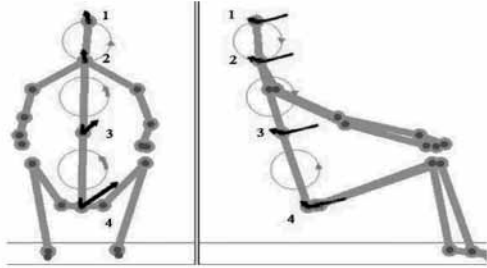


Рис. 2. Окно просмотра результатов исследования модуля «Кинематика» комплекса H.MotionLab

Примечания:

Цифрами обозначены узлы электронной модели:

- 1 — голова;
- 2 — межключичный центр;
- 3 — середина позвоночника;
- 4 — центр таза.

Синяя линия — траектория движения; красная линия — вектор скорости.

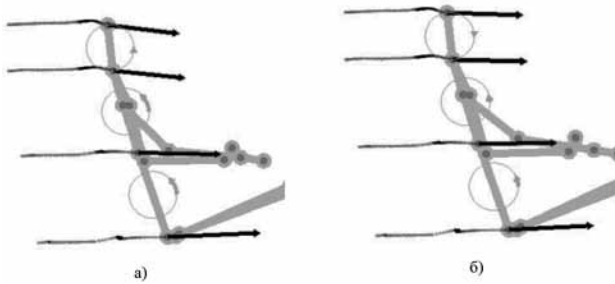


Рис. 3. Изменение направления вращения в шейно-грудном отделе в сагиттальной плоскости вследствие возникновения физиологических движений

Примечания:

- а — направления вращения сегментов позвоночника при въезде на пандус;
- б — смена направления вращения, вызванная физиологическими движениями.

Синяя линия — траектория движения; красная линия — вектор скорости.

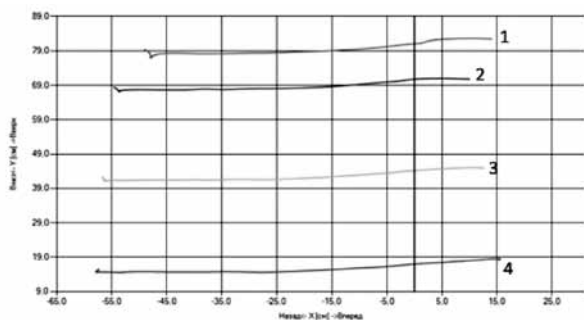


Рис. 4. Траектории движения узлов электронной модели испытуемого в сагиттальной плоскости при въезде на пандус

Примечания:

Цифрами обозначены траектории узлов электронной модели:

- 1 — головы;
- 2 — межключичного центра;
- 3 — середины позвоночника;
- 4 — центра таза.

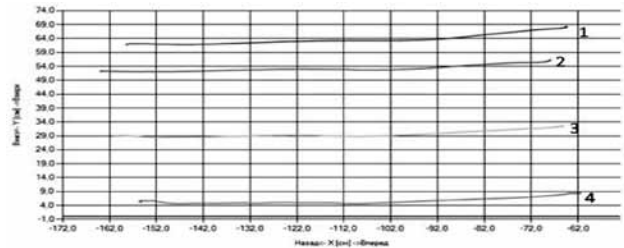


Рис. 5. Траектории движения узлов электронной модели испытуемого в сагиттальной плоскости при съезде с пандуса

Примечания:

Цифрами обозначены траектории узлов электронной модели:

- 1 — головы;
- 2 — межключичного центра;
- 3 — середины позвоночника;
- 4 — центра таза.

составила у контрольной группы – 2 градуса, у группы инвалидов – $6,5 \pm 1,5$ градусов. Амплитуда физиологических движений стабилизации в грудно-поясничном отделе отсутствовала, угол наклона верхней части туловища составил 3 градуса у всех пациентов.

Заключение

Получены объективные данные о движениях в шейно-грудном и грудно-поясничном отделах позвоночника в сагиттальной плоскости при въезде на пандус и съезде с него. Дальнейшее исследование будет направлено на определение угла наклона ИКК в сагиттальной плоскости, при котором возникают физиологические движения стабилизации при разных углах наклона пандуса. Полученные данные могут быть использованы при проектировании инвалидных кресел-колясок с системой стабилизации положения сиденья, а именно: при формировании технических требований к чувствительности и быстродействию механизма адаптации положения.

Этика публикации: Участники исследования не подписывали информированное согласие. Протокол исследования не рассматривался этическим комитетом.

Конфликт интересов: Информация о конфликте интересов отсутствует.

Источник финансирования: Финансирование за счет ФГБУ ФНЦРИ им Г.А. Альбрехта Минтруда России.

Литература

1. Головин М.А., Першин А.А. Стабилизация положения пациента в инвалидном кресле-коляске в реабилитации при болезнях позвоночника. Материалы научно-практической конференции: «Ортотерапия. Межведомственное и междисциплинарное взаимодействие в клиническом ортезировании и реабилитации». Санкт-Петербург, 18-19 мая 2018 г., С.12-13.
2. Мунипов В.М., Зинченко В.П. Эргономика: человеко-ориентированное проектирование техники, программных средств и среды: Учебник. – М.: Логос, 2001. 356 с.
3. Патент RU 2008832 1994.
4. Головин М.А., Першин А.А. Показания к использованию мехатронного инвалидного кресла-коляски с фиксированным положением сиденья. Материалы Международной научной конференции «Технологии реабилитации: наука и практика». Санкт-Петербург, 2018. С. 164-165.

References

1. Golovin M.A., Pershin A.A. Stabilizaciya polozheniya pacienta v invalidnom kresle-kolyaske v reabilitacii pri boleznyax pozvonochnika. Materialy` nauchno-prakticheskoy konferencii: «Ortoterapiya. Mezhvedomstvennoe i mezhdisciplinarnoe vzaimodejstviya v klinicheskom ortezirovanii i reabilitacii». Sankt-

- Peterburg, 18-19 maya 2018 g., S.12-13. (In Russ.) [Golovin M.A., Pershin A.A. Stabilization of the situation of the patient in a wheeled chair for disabled in rehabilitation at backbone diseases. Materials of a scientific and practical conference: "Orthotherapy. Interdepartmental and cross-disciplinary interactions in a clinical ortezirovaniye and rehabilitation". St. Petersburg, on May 18-19 2018, St. Petersburg, 2018, Page 12-13. (In Russ.)]
2. Munipov V.M., Zinchenko V.P. E`rgonomika: cheloveko-orientirovannoe proektirovanie texniki, programmny`x sredstv i sredy`: Uchebnik. – Moscow: Logos, 2001. 256 s. (In Russ.) [Munipov V.M., Zinchenko V.P. Ergonomics: the cheloveko-focused design of the equipment, software and Wednesdays: Textbook. – Moscow: Nauka Publ. Logos, 2001. 356 p. (In Russ.)]
 3. Patent RU 2008832 1994. (In Russ.) [Patent RU 2008832 1994. (In Russ.)]
 4. Golovin M.A., Pershin A.A. Pokazaniya k ispol`zovaniyu mexatronnogo invalidnogo kresla-kolyaski s fiksirovanny`m polozheniem siden`ya. Materialy` Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii «Texnologii reabilitacii: nauka i praktika». Sankt-Peterburg, 2018. S. 164-165. (In Russ.) [Golovin M.A., Pershin A.A. Indications to use of the mekhatronny wheelchair for disabled with the fixed provision of a seat. Materials of the International scientific conference "Technologies of rehabilitation: science and practice". St. Petersburg, 2018. Page 164-165. (In Russ.)]

Рукопись поступила / Received: 24.09.2018

Авторы

Головин Михаил Андреевич, магистр по специальности «Техническая физика», руководитель отдела инновационных технологий ТСР в ФГБУ ФНЦРИ им. Г.А. Альбрехта Минтруда России, Российская Федерация, 195067, Санкт-Петербург, Бестужевская улица, дом 50. E-mail: golovin@center-albreht.ru

Скребенков Евгений Александрович, магистр по специальности «Техническая физика», младший научный сотрудник в отделе биомеханических исследований опорно-двигательной системы, ФГБУ ФНЦРИ им. Г.А. Альбрехта Минтруда России, Российская Федерация, 195067, Санкт-Петербург, Бестужевская улица, дом 50.

Кольцов Андрей Анатольевич, врач травматолог-ортопед, кандидат медицинских наук, заведующий 1-м детским травматолого-ортопедическим отделением клиники ФГБУ ФНЦРИ им. Г.А. Альбрехта Минтруда России, Российская Федерация, 195067, Санкт-Петербург, Бестужевская улица, дом 50.

Mihail A. Golovin, master's degree, head of labouratory of Federal Scientific Center of Rehabilitation of the Disabled named after G.A. Albrecht, Bestuzhevskaya street 50, 195067 Saint-Petersburg, Russian Federation. E-mail: golovin@center-albreht.ru

Evgeniy A. Skrebenkov, master-junior researcher of Federal Scientific Center of Rehabilitation of the Disabled named after G.A. Albrecht, Bestuzhevskaya street 50, 195067 Saint-Petersburg, Russian Federation

Andrey A. Koltsov, candidate of medical sciences, Head of the Department of Federal Scientific Center of Rehabilitation of the Disabled named after G.A. Albrecht, Bestuzhevskaya street 50, 195067 Saint-Petersburg, Russian Federation