

## Эргономические аспекты планирования реконструкции опорно-двигательного аппарата пациентов с ахондроплазией

А.М. Аранович, О.В. Климов, А.С. Неретин

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Курган

## *Ergonomic aspects of planning the locomotor system reconstruction of patients with achondroplasia*

A.M. Aranovich, O.V. Klimov, A.S. Neretin

Federal State Budgetary Institution «Russian Ilizarov Scientific Center “Restorative Traumatology and Orthopaedics”» of the RF Ministry of Health, Kurgan

**Цель.** Обоснование эргонометрического подхода к медико-социальной реабилитации пациентов с ахондроплазией в рамках оперативной реконструкции опорно-двигательного аппарата (ОДА). **Материалы и методы.** Работа основана на материале, полученном в результате антропометрических измерений 125 больных ахондроплазией в возрасте от 6 до 30 лет. В ходе антропометрического исследования проведены измерения продольных размеров роста стоя, сидя и отдельных сегментов верхних и нижних конечностей с использованием общепринятых в ортопедической практике методик и анатомических ориентиров. **Результаты.** Показано, что у пациентов с ахондроплазией рост «сидя» практически не отличается от возрастной нормы женщин 5-го перцентиля. Исходя из антропометрических особенностей строения скелета, у пациентов с ахондроплазией (уменьшение продольных размеров длинных трубчатых костей) с точки зрения эргономики значительно снижены зоны оптимальной, легкой и общей досягаемости. Учитывая, что дефицит длины конечностей достигает 30 % от возрастной нормы, то очевидно, что зона досягаемости снижена прямо пропорционально данному показателю. **Заключение.** Для медико-социальной адаптации пациентов с ахондроплазией путем оперативной реконструкции ОДА необходимо максимально приблизить их антропометрические параметры к аналогичным среднестатистическим показателям лиц женского пола 5-го перцентиля.

**Ключевые слова:** ахондроплазия, удлинение конечностей, метод Илизарова, эргономика, реконструкция опорно-двигательного аппарата.

**Purpose.** To substantiate the ergonometic approach to medical-and-social rehabilitation of patients with achondroplasia under operative reconstruction of the locomotor system (LMS). **Materials and Methods.** The work is based on the material obtained by anthropometric measuring 125 patients with achondroplasia at the age of 6-30 years. During the anthropometric study the measurements of longitudinal height sizes made in the standing and sitting position, as well as those of separate segments of the upper and lower limbs using generally accepted techniques and anatomic landmarks in orthopedic practice. **Results.** Patients with achondroplasia demonstrated their height in the sitting position to be practically not different from the age-related standard of 5th percentile females. Based on the skeletal structure features, the zones of optimal, easy and total reach-range are ergonomically reduced significantly in patients with achondroplasia (reduction of the longitudinal sizes of long tubular bones). Taking into account that the limb length deficit reaches 30 % of the age-related norm, it becomes evident that the reach-range zone is reduced in proportion to this measure. **Conclusions.** The anthropometric parameters of patients with achondroplasia must be maximally approximated to those analogous with the statistically averages of 5th percentile females.

**Keywords:** achondroplasia, limb lengthening, the Ilizarov method, ergonomics, the locomotor system reconstruction.

### ВВЕДЕНИЕ

Оценивая нарушения ОДА пациента с ахондроплазией, мы, прежде всего, должны оценить его реабилитационный потенциал с целью выяснения возможности и перспектив медико-социальной адаптации. Как правило, во всех научных исследованиях данную проблему рассматривали исключительно в медицинском и эстетическом аспектах [2].

Решение медицинских проблем при реконструкции ОДА безусловно является неотъемлемой частью комплекса мероприятий по медико-социальной адаптации пациента. Суть данного аспекта лечения сводится к тому, что у человека с ахондроплазией присутствует ряд исключительно медицинских проблем, которые с возрастом имеют тенденцию к усугублению. Основные из них: слабость связочного аппарата коленных и голеностопных суставов, деформации бедер, голеней и стоп, а также контрактуры локтевых и тазобедренных суставов. Все эти проблемы являются причиной ранних артритов с тенденцией к увеличению имеющихся деформаций и прогрессирующему снижению качества жизни пациента.

Проблемы эстетического характера частично пересекаются с медицинскими, но также формулируют свои

цели и связанные с ними задачи, которые обусловлены низким ростом и диспропорциями тела. Однозначно, что этот аспект лечения тесно связан с психологическими проблемами, которые с неизбежностью возникают у людей с такой нестандартной внешностью как пациенты с ахондроплазией.

В рамках решения задач медицинского и эстетического плана различными исследователями предложено множество формул расчета величины удлинения для отдельных сегментов верхних или нижних конечностей. Однако реконструкция ОДА, как правило, не рассматривается в комплексе имеющихся антропометрических, функциональных и социально-бытовых проблем пациента.

Особенности развития и строения ОДА у пациентов данной нозологической группы весьма типичны и масштабны. Очевидно, что подобные нарушения не могут не сказаться на взаимодействии пациента с окружающей средой и, по сути, являются первопричиной большинства проблем быта, труда и отдыха.

Все эти аспекты жизни человека являются предметом изучения эргономики. Практическая цель эргономики – оптимизировать систему, в которую включен человек, по-

высвить эффективность как человека, так и системы.

Это становится актуальным особенно в последнее, современное нам время – время бурного развития транспорта, компьютерной техники, повышенного требования к комфорту на работе и в быту. Эксплуатация современного транспорта, промышленного и бытового оборудования, а также правила охраны труда и безопасности на производстве и транспорте предъявляют высокие требования к современному человеку, в том числе и с точки зрения его эргономических возможностей. Очевидно, что человек с нестандартным набором

антропометрических параметров может просто физически не вписываться в современный мир, следствием чего является ограничение его жизнедеятельности и снижение качества жизни [1, 7, 11].

Таким образом, одну из целей оперативной ортопедии в отношении пациентов с системным заболеванием ОДА, к которым относятся и пациенты с ахондроплазией, можно считать адаптацию пациентов к стандартизированной среде обитания современного человека (работа, отдых, дом) методами оперативной ортопедии.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работа основана на материале, полученном в результате антропометрических измерений 125 больных ахондроплазией в возрасте от 6 до 30 лет, которые проходили многоэтапное лечение в РНЦ «ВТО». В выборку исследования включались все больные, находившиеся в стационаре на момент исследования за период

1990-2010 гг. В ходе антропометрического исследования данной группы пациентов проведены измерения продольных размеров роста стоя, сидя и отдельных сегментов верхних и нижних конечностей с использованием общепринятых в ортопедической практике методик и анатомических ориентиров [5].

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Фактически эргономические аспекты реконструкции ОДА преследуют своей целью приблизить ключевые антропометрические характеристики пациента к некоторым эргономическим стандартам, в соответствии с которыми планируется среда обитания человека. Такой эргономический подход к решению задачи оптимизации жизнедеятельности определяется комплексом взаимосвязанных факторов, обусловленных индивидуальными антропометрическими, физиологическими и психологическими особенностями пациентов данной нозологической группы.

Медико-социальная адаптация пациентов с эргономической точки зрения представляет собой бытовую и социальную составляющую.

В аспекте адаптации пациента к современным условиям быта мы должны учитывать эргономические стандарты бытовой мебели, техники, помещений санитарной гигиены и вопросы самообслуживания.

Социально-экономическая адаптация пациента заключается, прежде всего, в возможности более полноценной интеграции пациента в ту часть социальной среды обитания, которая включает в себя профессиональную или производственную деятельность. Данный аспект реабилитации пациента предполагает расширение его возможностей в плане профориентации и адаптации к социально-экономическим отношениям в современном обществе.

Отдельным пунктом стоит вопрос о возможности управления легковым автомобилем. В современном обществе этот вопрос стоит очень остро как в сфере быта, так и в области профессиональной деятельности. Также этот вопрос актуален с точки зрения медицинских проблем, связанных с характером нарушений ОДА больных ахондроплазией. Проблемы эти заключаются в особенности строения позвоночного столба и суставов свободных конечностей. Повседневное использование личного автотранспорта, а, возможно, и в профессиональной деятельности является важным фактором в плане снижения суммарной нагрузки на ОДА пациента, что благотворно скажется на состоянии связочно-суставного аппарата конечностей и позвоночного столба. Таким образом, физи-

ческая возможность работы с органами управления автомобилем и допуск медицинской комиссии к управлению им является в данном вопросе ключевым моментом.

При планировании тактики лечения пациентов с ахондроплазией с учетом эргономических аспектов социальной адаптации следует знать два эргономических принципа, исходящие из понятия перцентиль – сотая доля измерений совокупности людей, которой соответствует определенное значение антропометрического признака.

Согласно первому принципу в эргономике, при проектировании изделий, оборудования, организации интерьеров и рабочих мест необходимо помнить, что удобство их эксплуатации должно обеспечиваться для 90 % работающих или отдыхающих. Поэтому в практике проектирования чаще используют значения антропометрических признаков, соответствующих 95-му и 5-му перцентилем. Таким образом, при расчете минимального свободного пространства для размещения тела человека ориентируются на антропометрические данные людей с наибольшими продольными, поперечными и передне-задними размерами тела.

Второй важный для нас эргономический принцип исходит из того, что наибольшие антропометрические различия наблюдаются в продольных размерах тела в положении стоя, а в положении сидя эти различия уменьшаются или вовсе исчезают, т.к. в положение стоя входит значительно варьирующий признак длины ноги, во втором случае – длина туловища – признак слабо варьирующий, мало изменившийся в процессе акселерации. Таким образом, второй принцип эргономики заключается в том, что расчет части рабочего пространства, связанного с досягаемостью органов управления, проводится на основе антропометрических данных людей, характеризующихся наименьшими продольными, поперечными и передне-задними размерами тела [6, 8, 9].

Эти ключевые эргономические принципы проектирования среды обитания и работы человека позволяют нам сделать вывод о том, что при коррекции антропометрических величин у пациентов с ахондроплазией мы можем ориентироваться на антропометрические размеры 5-го перцентилем для женщин (табл. 1).

Таблица 1

Антропометрические признаки женщин России 5-го перцентиля (возраст 18-21 год)

Наименование признака	Значения признаков женщин, мм
Длина:	5-й перцентиль
Тело	1508
Тело сидя	857
Рука	651
Нога	786
Плечо	277
Предплечье	210
Стопа	221

В данном случае это является нижней антропометрической границей, которая учитывается, исходя из эргономических принципов построения структуры и функциональных параметров предметно-пространственной среды обитания человека.

Как следует из проведенных антропометрических исследований, у пациентов с ахондроплазией рост сидя практически не отличается от возрастной нормы женщин 5-го перцентиля (табл. 2).

Исходя из антропометрических особенностей строения скелета у пациентов с ахондроплазией, а именно, уменьшение продольных размеров длинных трубчатых костей, с точки зрения эргономики значительно снижены зоны оптимальной, легкой и общей досягаемости. Учи-

тывая, что дефицит длины конечностей достигает 30 % от возрастной нормы, то очевидно, что зона досягаемости снижена прямо пропорционально данному показателю.

В отношении пациентов с ахондроплазией следует также учитывать тот факт, что неполное разгибание верхней конечности в локтевом суставе, которое может достигать у некоторых пациентов 145°, значительно усугубляет ситуацию.

В графическом виде расположение зон досягаемости верхней конечности для работы оператора в положении «сидя» представлено на рисунке 1.

Как известно, при работе в положении «стоя» пределы зон досягаемости увеличиваются на 100-200 мм в связи с тем, что оператор может в более широких пределах перемещать корпус [7, 9, 10, 12]. Однако дополнительные движения корпусом приводят к снижению координации и более быстрой утомляемости. Важным, но менее критичным значением является высота рабочей поверхности, на которой находятся основные предметы труда или органы управления [1, 4, 5].

Таким образом, учитывая тот факт, что рост «сидя» у пациентов с ахондроплазией соответствует аналогичному показанию здоровых женщин 5-го перцентиля, то приведя антропометрические показатели сегментов верхних и нижних конечностей к данной антропометрической норме, мы сможем в большинстве случаев анатомически адаптировать пациента к условиям быта, труда и отдыха.

Таблица 2

Антропометрические признаки больных ахондроплазией, закончивших свой рост

Наименование признака	Средние значения антропометрических показателей ОДА (мм)	
	Мужчины	Женщины
Длина:		
Тело	1278	1245
Рука	551	501
Нога	423	436
Рост сидя	863	822
Плечо	222	202
Предплечье	179	163
Кисть	150	132
Бедро	259	251
Голень	216	213
Стопа	213	200

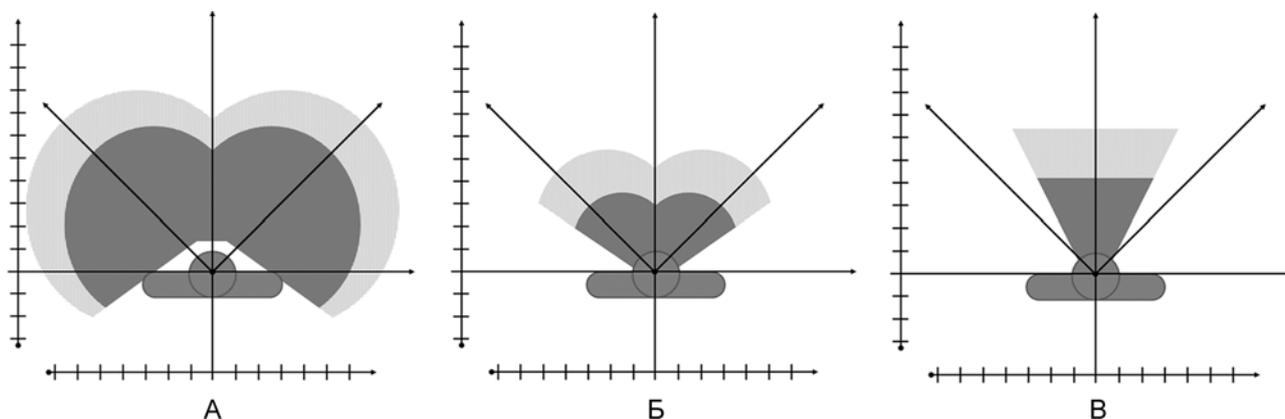


Рис. 1. Зоны рационального размещения органов управления в норме и у больных ахондроплазией: А – зона досягаемости; Б – зона легкой досягаемости; В – зона оптимальной досягаемости

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Все сказанное выше позволяет нам сделать вывод, что социальная адаптация пациента с ахондроплазией

в эргономическом аспекте заключается в достижении антропометрических параметров, соответствующих

лицам женского пола 5 перцентиля. Именно этот самый низкий порог антропометрических показателей, который заложен при проектировании большинства товаров широкого потребления, а также среды обитания и труда.

Однако не следует забывать, что проблема медико-социальной адаптации пациентов с ахондроплазией не

является сугубо анатомической. Реконструкция ОДА пациентов данной нозологической группы методами оперативной хирургии лишь создает физическую возможность адаптации пациента в современную среду обитания. Окончательный же результат проведенной реконструкции ОДА состоит в дальнейшей социально-психологической работе с пациентом.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Автомобили и тракторы. Основы эргономики и дизайна : учеб. для студентов вузов / И.С. Степанов, А.Н. Евграфов, А. И. Карунин, В.В. Ломакин, В.М. Шарипов ; Под общ. ред. В.М. Шарипова. М.: МГТУ "МАМИ", 2002. 230 с.
2. Ахондроплазия : рук. для врачей / под ред. А.В. Попкова, В.И. Шевцова. М. : Медицина, 2001. 352 с.
3. Гельфонд А.Л. Архитектурное проектирование общественных зданий и сооружений: учеб. пособие для вузов. М.: Архитектура-С, 2006. 276 с.
4. Ефимов А.В. Архитектурно-дизайнерское проектирование. Специальное оборудование интерьера : учеб. пособие. М.: Архитектура-С, 2008. 135 с.
5. Маркс В.О. Ортопедическая диагностика. Минск : Наука и техника, 1978. 510 с.
6. Мунипов В.М. Эргономика: человекоориентированное проектирование техники, про-граммных средств и сред: учеб. для студентов вузов. М.: Логос, 2007. 356 с.
7. Рабцевич А.А., Радкевич М.С. Эргономика и ее значение для оптимизации трудовой деятельности человека // Молодой ученый. 2014. № 5. С. 306-307.
8. Рунге В.Ф. Эргономика и оборудование интерьера : учеб. пособие. М., 2006. 160 с.
9. Архитектурная среда обитания инвалидов и престарелых / под ред. А. Степанова. М.: Стройиздат, 1991. 312 с.
10. Человеческий фактор : в 6-ти т. Т. 1. Эргономика — комплексная научно-техническая дисциплина : пер. с англ. / под ред. Г. Салвенди. М.: Мир, 1991. 599 с.
11. Шимко В.Т. Архитектурно-дизайнерское проектирование городской среды: учеб. для вузов. - М.: Архитектура-С, 2006. 382 с.
12. Эргономика. Проблемы приспособления условий труда к человеку: пер. с польского. М.: Мир, 1971. 418 с.

#### REFERENCES

1. Avtomobili i traktory. Osnovy ergonomiki i dizaina : ucheb. dlia studentov vuzov [Cars and tractors. The basics of ergonomics and design] / I.S. Stepanov, A.N. Evgrafov, A. I.I. Karunin, V.V. Lomakin, V.M. Sharipov ; Pod obshch. red. V.M. Sharipova [Gen. ed. V.M. Sharipov]. M.: MG TU "MAMI", 2002. 230 s.
2. Akhondroplaziia : ruk. dlia vrachei / pod red. A. V. Popkova, V. I. Shevtsova. [Achondroplasia: A guide for physicians / Ed. A.V. Popkov, V.I. Shevtsov]. M. : Meditsina, 2001. 352 s.
3. Gel'fond A.L. Arkhitekturnoe proektirovanie obshchestvennykh zdaniy i sooruzhenii: ucheb. posobie dlia vuzov [Architectural design of public buildings and facilities: a textbook for higher educational institutions]. M.: Arkhitektura-S, 2006. 276 s.
4. Efimov A.V. Arkhitekturno-dizainerskoe proektirovanie. Spetsial'noe oborudovanie inter'era : ucheb. posobie [Architectural design. Special interior equipment: a manual]. M.: Arkhitektura-S, 2008. 135 s.
5. Marks V.O. Ortopedicheskaia diagnostika [Orthopedic diagnosis]. Minsk : Nauka i Tekhnika, 1978. 510 s.
6. Munipov V.M. Ergonomika: chelovekoorientirovannoe proektirovanie tekhniki, programmnykh sredstv i sred: ucheb. dlia studentov vuzov [Ergonomics: human-oriented design of technique, software tools and environments: a textbook for students of higher educational institutions]. M.: Logos, 2007. 356 s.
7. Rabtsevich A.A., Radkevich M.S. Ergonomika i ee znachenie dlia optimizatsii trudovoi deiatel'nosti cheloveka [Ergonomics and its importance for human labor activity] // Molodoi uchenyi. 2014. N 5. S. 306-307.
8. Runge V.F. Ergonomika i oborudovanie inter'era : ucheb. posobie [Ergonomics and interior equipment: a textbook]. M., 2006. 160 s.
9. Arkhitekturnaia sreda obitaniia invalidov i prestarelykh / pod red. A. Stepanova [Architectural habitat of disabled and elderly persons / Ed. A. Stepanov]. M.: Stroizdat, 1991. 312 s.
10. Chelovecheskii faktor : v 6-ti t. T. 1. Ergonomika — kompleksnaia nauchno-tekhnicheskai distsiplina : per. s angl. / pod red. G. Salvendi [Human factor: in 6 volumes. Vol. 1. Ergonomics – a complex scientific-and-technical discipline: transl. from English / Ed. G. Salvendi]. M.: Mir, 1991. 599 s.
11. Shimko V.T. Arkhitekturno-dizainerskoe proektirovanie gorodskoi sredy: ucheb. dlia vuzov [Architectural design of the urban environment: a textbook for higher educational institutions]. M.: Arkhitektura-S, 2006. 382 s.
12. Ergonomika. Problemy prisposobleniia uslovii truda k cheloveku / per. s pol'skogo [Ergonomics. The problems of adaptation of working conditions to the person: transl. from Polish]. M.: Mir, 1971. 418 s.

Рукопись поступила 01.09.2014.

#### Сведения об авторах:

1. Аранович Анна Майоровна – ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, главный научный сотрудник лаборатории коррекции деформаций и удлинения конечностей, д. м. н., профессор.
2. Климов Олег Владимирович – ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, старший научный сотрудник клинико-экспериментальной лаборатории реконструктивно-восстановительной микрохирургии и хирургии кисти, к. м. н.
3. Неретин Андрей Сергеевич – ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, старший научный сотрудник лаборатории коррекции деформаций и удлинения конечностей, к. м. н.

#### About the authors

1. Aranovich Anna Maiorovna – FSBI "Russian Ilizarov Scientific Center Restorative Traumatology and Orthopaedics" of the RF Ministry of Health; Laboratory of Deformity Correction and Limb Lengthening, a chief researcher, Doctor of Medical Sciences, Professor.
2. Klimov Oleg Vladimirovich – FSBI "Russian Ilizarov Scientific Center Restorative Traumatology and Orthopaedics" of the RF Ministry of Health; Clinical-and-experimental Laboratory of Reconstructive-and-restorative Microsurgery and Surgery of the Hand, a senior researcher, Candidate of Medical Sciences.
3. Neretin Andrey Sergeevich – FSBI "Russian Ilizarov Scientific Center Restorative Traumatology and Orthopaedics" of the RF Ministry of Health; Laboratory of Deformity Correction and Limb Lengthening, a senior researcher, Candidate of Medical Sciences.