

УДК 531/534: [57+61]

## **ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ У БОЛЬНЫХ С ОСТЕОАРТРОЗОМ КРУПНЫХ СУСТАВОВ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ**

**В.А. Щуров, Н.В. Сазонова, Н.И. Буторина**

Федеральное государственное учреждение «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова Росмедтехнологий», Россия, 640014, Курган, ул. М. Ульяновой, 6, e-mail: office@ilizarov.ru

**Аннотация.** С помощью аппаратно-программного комплекса «Диаслед-Скан» и динамометрических стендов обследованы группы больных мужчин и женщин разного возраста с остеоартрозом нижних конечностей (287 человек). Показано, что у женщин с возрастом величина удельного давления на опорную поверхность стопы при стоянии и при ходьбе значительно повышается. У мужчин второго зрелого возраста относительно быстрее происходит снижение силы мышц пораженной конечности. Для мужчин старше 50 лет характерно продолжающееся с возрастом смещение проекции общего центра давления слева направо, ускорение темпа снижения силы мышц не только пораженной, но и интактной конечности.

**Ключевые слова:** динамометрия, биомеханика ходьбы, остеоартроз.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Известно, что у мужчин по сравнению с женщинами больше длина конечностей [1], сила мышц [5] и скорость ходьбы [7]. Биомеханические характеристики шага у мужчин имеют ряд отличий, связанных с большими анатомическими размерами конечностей и силой мышц. Особенностью ходьбы у женщин является относительное превалирование боковых перемещений таза вследствие увеличенного расстояния между диафизами бедренных костей [2].

Абсолютная продолжительность цикла шага при ходьбе в привычном темпе у здоровых людей не имеет специфической возрастной динамики и половых отличий. Более того, при занятиях спортом увеличение силы мышц и функциональных резервов адаптации должны нивелировать половые различия в параметрах ходьбы. Однако в условиях возрастной инволюции локомоторного аппарата и при патологии опорно-двигательной системы эти различия могут становиться более значимыми. Например, после 65 лет в связи со снижением сократительной способности мышц, фиксирующих стопу во время переднего толчка, возрастает относительная продолжительность периода опоры [8].

Целью настоящего исследования был анализ особенностей состояния локомоторного аппарата при развитии патологии суставов во втором зрелом и старческом возрасте. Учет этих особенностей важен при дифференциальной диагностике возрастных и патологических изменений биомеханических параметров.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Обследованы группы здоровых детей в возрасте от 7 до 14 лет, 140 больных мужчин 18–70 лет с остеоартрозами нижних конечностей, а также 147 больных женщин 18–75 лет с остеоартрозами первой, второй и третьей стадии.

Оценка статических и динамических параметров ходьбы производилась с помощью комплекса «Диаслед-Скан», включающего системный блок, коммутатор и электронные стельки различных размеров, помещаемые в обувь обследуемых [3]. Обследуемые надевали специальную обувь без каблука с вложенными электронными стельками. Первое исследование производилось в позе стоя. Далее регистрация параметров повторялась при ходьбе в произвольном темпе. Проходимая дистанция составляла 10 метров.

Рассчитывалось давление на различные точки стопы при стоянии и при ходьбе, определялась проекция общего центра давления. Во время ходьбы регистрировались длительность периода переката через стопу, периода переноса конечности над опорой, двухопорный период шага. Определялись величины пиков переднего и заднего толчков и их соотношение. Кроме того, у всех обследуемых с помощью динамометрических стендов [6] определены максимальные моменты силы мышц бедра и голени.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Длительность периода шага и производных от него параметров не зависела от длины конечности, которая с возрастом увеличивалась на 35%, а определялась скоростью ходьбы, связанной с силой мышц конечностей. Момент силы мышц-разгибателей голени равнялся у мужчин 18–20 лет на интактной конечности ( $118 \pm 7$ ) Н·м увеличивался с возрастом, в 40–50 лет до ( $164 \pm 12$ ) Н·м и снижался до ( $100 \pm 9$ ) Н·м после 60 лет.

В то же время у женщин первого и второго зрелого возраста сила мышц бедра интактной конечности была существенно ниже, чем у мужчин (соответственно ( $81 \pm 6$ ) и ( $77 \pm 4$ ) Н·м). При этом на пораженной конечности показатель был ниже, чем на интактной соответственно на 9,1% и 20,3% ( $p \leq 0,001$ ).

Особенностью группы мужчин было более крутое возрастное снижение силы мышц пораженной конечности после 50 лет (рис. 1), что связано с возрастным уменьшением резервов функциональной адаптации.

Из временных параметров ходьбы наиболее информативным является длительность двухопорного периода, увеличение которого свидетельствует о

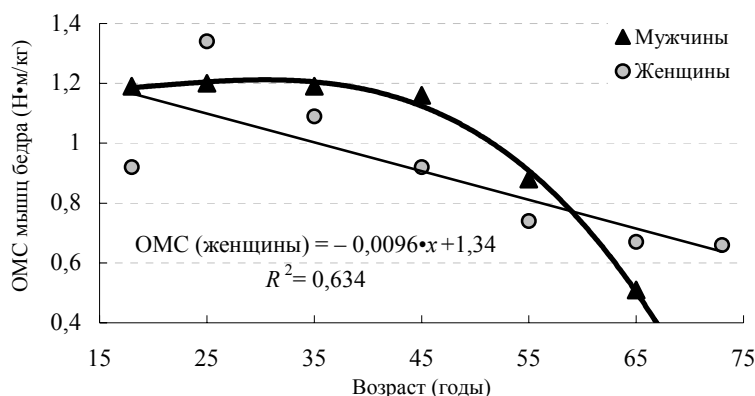


Рис. 1. Возрастная динамика относительного момента силы (ОМС) мышц бедра пораженной конечности при остеоартрозе у мужчин и женщин

Таблица 1

Средние значения максимальной нагрузки на отделы стопы (кг/см<sup>2</sup>)

Группы	Стадия заболевания / число (n)	Возраст (годы)	Интактная конечность		Пораженная конечность		
			Статика	Динамика	Статика	Динамика	Дин/Ст.
Мужские	1 (54)	37±1,8	0,90±0,08	1,50±0,08	0,88 ±0,07	1,55±0,09	77%
	2 (61)	42±1,4	1,10±0,06	1,84±0,06	1,06 ±0,06	1,83±0,07	73%
	3 (25)	39±2,6	1,09±0,21	1,67±0,08	0,90±0,09	1,62±0,10	79%
Женские	1 (50)	42±1,8	1,48±0,09	2,00±0,09	1,36±0,09	2,04±0,09	50%
	2 (86)	47±1,3	1,44±0,07	2,04±0,06	1,41±0,07	2,02±0,06	43%
	3 (11)	46±3,8	1,65±0,14	2,14±0,16	1,76±0,15	2,33±0,13	32%

нарушении структуры локомоторного акта, утрате необходимых качеств упругости, координированности и экономичности ходьбы. Длительность этого периода не должна превышать 0,065 с. У мужчин при первой, второй и третьей стадиях заболевания она составила при опоре на интактную конечность 0,063–0,067 с, на пораженную – соответственно (0,072±0,004) с, (0,072±0,003) с и (0,074±0,007) с. У женщин этот период при опоре на интактную конечность равен 0,068–0,071 с, при опоре на пораженную – 0,073–0,074 с.

При анализе усредненных значений максимальной нагрузки на различные отделы стопы при стоянии и при ходьбе обращают на себя внимание относительно большие значения показателя у женщин. Это может быть связано с большим удельным давлением на опорную поверхность стопы вследствие меньшей её площади при увеличивающейся массе тела. По данным авторов, масса тела мужчин 18–29 лет составляет (69,6±1,6) кг и во втором зрелом возрасте становится больше на 23,7%, в то время как у женщин возрастает с (56,7±2,0) кг на 38,6%.

У мужчин в статике показатель максимальной нагрузки на отделы стопы в полтора раза ниже, чем у женщин. Несмотря на то, что при ходьбе у мужчин этот показатель возрастает на большую величину, он остается на треть меньше показателя у женщин (табл. 1). По-видимому, ограничение двигательной активности, обусловленное развитием заболевания, с одной стороны, способствует уменьшению суточной нагрузки на суставы, но, с другой – увеличение массы тела приводит к перегрузке суставных поверхностей.

Величина переднего толчка у больных мужчин составила 30%±2,8%, у женщин с первой стадией заболевания 34%±2,4%. По мере развития заболевания у женщин этот показатель возрастал до 42%±3,5%, что связано с ростом массы тела. Сила заднего толчка в значительной мере определяется динамометрическими характеристиками мышц голени. У больных с остеоартрозами первой стадии обеих групп она равнялась 48%. В отличие от мужчин у женщин эта величина продолжала увеличиваться по мере развития заболевания до 56%±3,0%. Наибольший интерес представляет соотношение силы заднего и переднего толчка. Это соотношение у больных мужчин в среднем 1,55 и у больных женщин 1,29. Причем у мужчин оно снижалось по мере прогрессирования заболевания от 1,74±0,24 до 1,44±0,12 и 1,08±0,11, что связано со снижением относительного момента силы мышц голени (рис. 2).

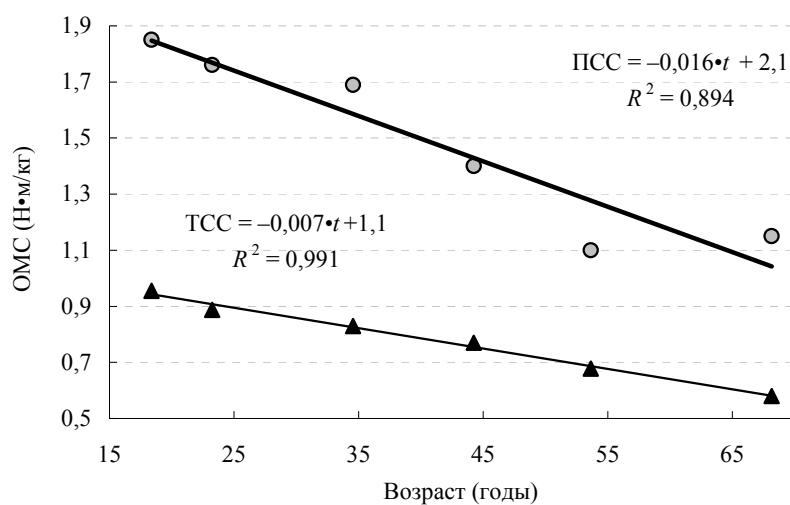


Рис. 2. Динамика относительного момента силы мышц (ОМС): тыльных (ТСС) и подошвенных сгибателей стопы (ПСС) пораженной конечности у мужчин

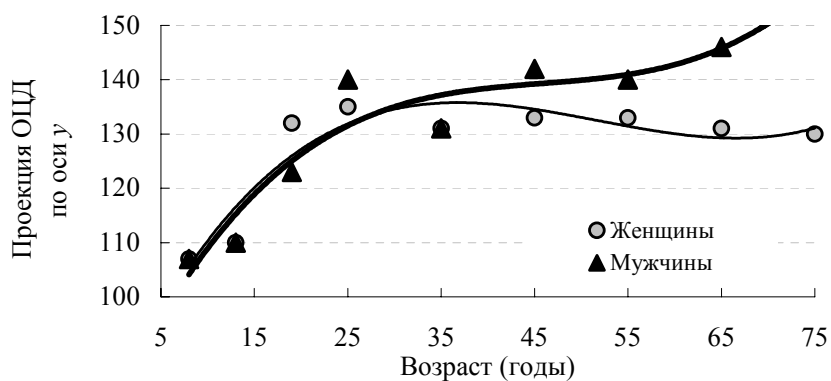


Рис. 3. Смещение общего центра давления (ОЦД) при стоянии у больных мужчин и женщин

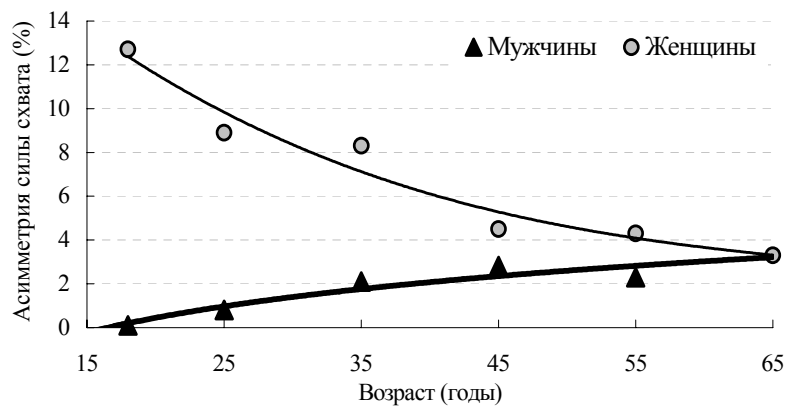


Рис. 4. Возрастная динамика превалирования силы кистевого схвата правой руки у женщин и мужчин

Ещё одной особенностью локомоторного аппарата больных мужчин является возрастное смещение проекции общего центра давления относительно геометрического центра вправо при стоянии (рис. 3). Возрастное смещение центра давления в направлении слева направо авторами отмечалось ранее и у здоровых обследуемых [4]. Причина такого смещения не совсем ясна. Возможно, такое смещение центра давления является биологически оправданной реакцией морфофункциональной адаптации в условиях возрастного ограничения резервных возможностей организма мужчин. Данная точка зрения подтверждается при анализе превалирования силы кистевого схвата правой кисти по отношению к левой. Выявлено возрастное увеличение превалирования силы правой руки у мужчин и уменьшение правосторонней асимметрии рук у женщин (рис. 4). С возрастом до 45 лет становится больше половой диморфизм силы мышц бедра, который в дальнейшем уменьшается (рис. 5).

Хотя толчковая нога чаще всего левая, у мужчин несколько больше сила заднего толчка правой конечности. После 45 лет асимметрия показателей силы толчков становится более выраженной, чего не наблюдается у женщин (рис. 6). Наши, сравнительно немногочисленные, наблюдения свидетельствуют о том, что после 50 лет у мужчин чаще поражаются суставы левой конечности.

Таким образом, несмотря на сравнительно более низкие показатели силы и высокое удельное давление на опорную поверхность стопы у женщин с остеоартрозом крупных суставов нижних конечностей в различные возрастные периоды, у мужчин в конце второго зрелого периода жизни выявляется ускорение процесса возрастной инволюции показателей опорно-двигательной системы. После 50 лет у мужчин продолжается смещение проекции общего центра давления вправо, существенно снижается сила мышц не только пораженной, но и интактной конечности.

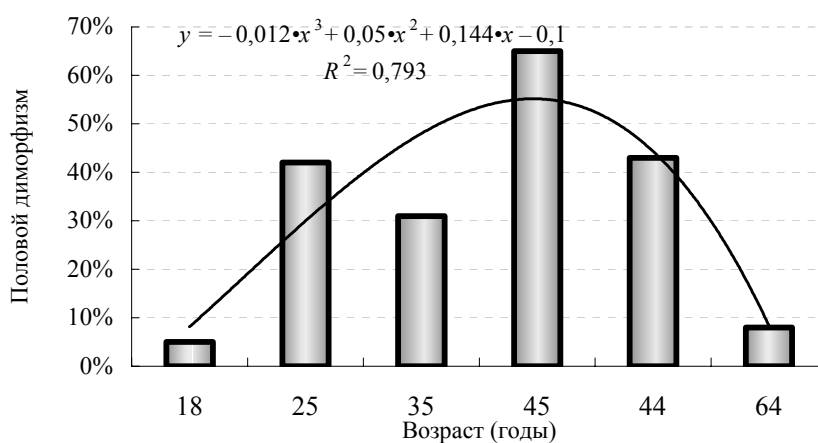


Рис. 5. Возрастная динамика полового диморфизма показателя силы мышц бедра интактной конечности

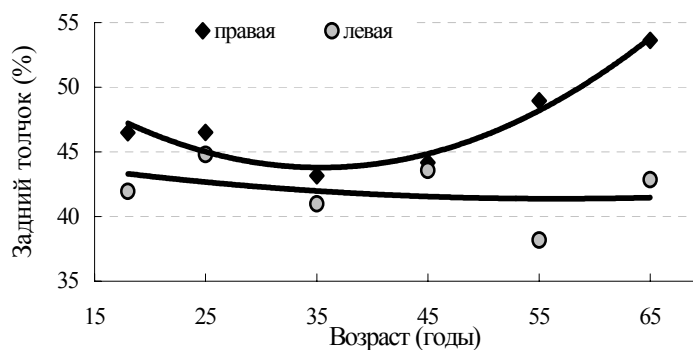


Рис. 6. Возрастная динамика заднего толчка правой и левой конечностью у мужчин

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алексеева, Т.И.* Географическая среда и биология / Т.И. Алексеева. – М.: Мысль, 1977. – С. 302.
2. *Скворцов, Д.В.* Клинический анализ движений / Д.В. Скворцов. – М.: Науч.-мед. фирма МБМ, 1996. – С. 344.
3. *Смирнова, Л.М.* Использование аппаратно-программного комплекса “ПлантоСкан” для объективной оценки анатомо-функционального состояния стопы / Л.М. Смирнова, Е.Е. Аржанникова, В.А. Кудрявцев, Л.Е. Войнова // Вестник гильдии протезистов-ортопедов. – 2002. – Т. 8, № 2. – С. 55–58.
4. *Щуров, В.А.* Возрастная динамика смещения проекции общего центра тяжести тела при стоянии / В.А. Щуров, О.Б. Устюжанина // Актуальные вопросы биологии опорно-двигательного аппарата: тез. VIII Школы стран СНГ. – Киев, 1996. – С. 114.
5. *Щуров, В.А.* Методика оценки сократительной способности мышц голени у больных женского пола с заболеваниями опорно-двигательной системы / В.А. Щуров // Гений ортопедии. – 2003. – № 3. – С. 72–75.
6. *Щуров, В.А.* Сократительная способность мышц бедра у детей и подростков с заболеваниями опорно-двигательной системы / В.А. Щуров // Гений ортопедии. – 2003. – № 4. – С. 1–4.
7. *Chao, E.Y.* Normative data of knee joint motion and ground reaction forces in adult level walking / E.Y. Chao, R.K. Laughman, E. Schneider, R.N. Stauffer // J. of Biomech. – 1983. –Vol. 16, No. 3. – P. 219–233.
8. *Winter, D.A.* Biomechanics and motor control of human movement / D.A. Winter. –Wiley and Sons. Inc.: New York, Chichster, Toronto, Singapore, 1990. – P. 277.

## AGE-RELATED DYNAMICS OF THE LOCOMOTOR SYSTEM FUNCTIONAL STATUS IN PATIENTS WITH OSTEOARTHRISIS OF THE LOWER LIMB LARGE JOINTS

V.A. Shchurov, N.V. Sazonova, N.I. Boutorina (Kurgan, Russia)

The groups of men and women of different age with osteoarthritis of lower limbs (287 people) were investigated by computer-aided complex “Diasled-Scan” and dynamometric tests. It was shown that in women, the specific pressure on supportive foot area at standing and during walking considerably increases with the age. Muscle forces of involved limb in the men of the second age group decreases relatively faster. For men older than 50 years, the displacement of the pressure center projection from left to right and increase of the muscle force decrease rate for not only involved but intact limb is common.

**Key words:** dynamometry, biomechanics of walking, osteoarthritis.

Получено 25 октября 2008

#### Сведения об авторах

Владимир Алексеевич Щуров, г.н.с. Федерального государственного учреждения «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова Росмедтехнологий», office@ilizarov.ru

Наталья Владимировна Сазонова, заместитель главного врача по амбулаторно-поликлинической работе Федерального государственного учреждения «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова Росмедтехнологий», office@ilizarov.ru

Наталья Ивановна Буторина, лаборант исследователь Федерального государственного учреждения «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова Росмедтехнологий», office@ilizarov.ru