

© Группа авторов, 2007

Оценка статико-динамических нарушений при гонартрозе

С.В. Королева, С.Е. Львов, Д.В. Скворцов, М.А. Солнцева

Evaluation of statics-dynamics mechanisms in patients with knee osteoarthritis

S.V. Koroleva, S.E. Lvov, D.V. Skvortsov, M.A. Solntseva

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ивановская государственная медицинская академия Федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию» (ректор – заслуженный деятель науки РФ, д.м.н., профессор Р.Р. Шилиев), г. Иваново
Кафедра травматологии, ортопедии и ВПХ, Кафедра терапии и эндокринологии ФДППО, Межвузовская лаборатория «Биомеханика»

Разработан способ оценки статико-динамической функции при остеоартрозе коленных суставов с выделением критериев степеней напряжения (срыва) компенсаторных механизмов. Исследование проведено у 200 больных остеоартрозом коленного сустава с помощью специальных методов: стабилотрии (анализировались амплитуда и скорость перемещения общего центра масс), нейромиографии и плантографии. Субъективная оценка динамики боли измерялась по визуальной аналоговой шкале. На основе статико-динамических показателей возможна разработка преемственного алгоритма ведения больных с остеоартрозом коленного сустава.

Ключевые слова: остеоартроз, коленные суставы, функция, компенсаторные механизмы.

A technique for the evaluation of static-and-dynamic function for the knees osteoarthritis has been worked out, and the criteria of the degrees of stress (upset) of compensatory mechanisms have been singled out. The study was made in 200 patients with the knee osteoarthritis using special methods: stabilometry (the amplitude and rate of general center of mass), neuromyography and plantography. The subjective estimation of pain dynamics was determined by the scale of visual analogues. The development of successive algorithm of management of patients with the knee osteoarthritis is possible on the basis of static-and-dynamic data.

Keywords: osteoarthritis, the knees, function, compensatory mechanisms.

Остеоартроз (ОА) является гетерогенной группой заболеваний различной этиологии со сходными клиническими проявлениями, исходом и сопутствующим поражением всех компонентов сустава: костей, синовиальной оболочки, связок, капсулы и периартикулярных мышц. Одной из наиболее частых локализаций ОА является коленный сустав (КС). В отсутствие единого функционального подхода к реабилитации больных ОА КС нарушается преемственность в лечении данного заболевания: терапевты не склонны к применению с ранних стадий заболевания методов ортопедической коррекции, ортопеды и хирурги не назначают базисную консервативную терапию. Единым алгоритмом в ведении таких

пациентов могут стать показатели функциональной статико-динамики в поддержании баланса тела. В настоящее время статико-динамические нарушения оцениваются по степени атрофии мышц, данным рентгенологического исследования, что не учитывает компенсаторные механизмы [4]. Поэтому врачебные возможности изменения нарушенной функции при ОА КС не соответствуют имеющимся функциональным способам оценки результатов [8, 10].

Цель исследования: разработать способ оценки статико-динамической функции при остеоартрозе коленных суставов (ОА КС) с выделением критериев степеней напряжения (срыва) компенсаторных механизмов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Обследовано 200 больных ОА КС в возрасте от 30 до 75 лет, проходивших лечение в отделении взрослой ортопедии ОГУЗ «Ивановский областной госпиталь для ветеранов войн» и наблюдавшихся в лаборатории «Биомеханика» в 1999-2006 гг. Для постановки диагноза ОА использовались клиничко-рентгенологические критерии R.D. Althman с соавторами (1991). Для определения рентгенологической стадии использовалась

классификация J. Kellegren и J. Lawrence (1957). Нормативы стабилотрии основаны на работах французского постурологического общества. Учитывая, что значительная часть пациентов (54 человека – 27 %) – люди старших возрастных групп, показатели были скорректированы в сторону «геронтологической атактической нормы» [1, 5].

Среди больных преобладали женщины – 149 человек (75 %), возраст – 54,0±1,15 года.

Мужчин – 51 пациент в возрасте 45,2±1,45 лет. Большую часть составили больные ОА КС без признаков синовита (89 %), I-III ст. патологического процесса (93 %) с умеренной и средней степенью нарушения функции (86 %). Среди сопутствующих заболеваний у больных ОА наиболее часто встречались артериальная гипертензия с неосложненным течением, ожирение 1-2 степени алиментарно-конституционального генеза. Критериями исключения являлись сахарный диабет, гипертоническая болезнь III ст. и выше, хронические сердечная, почечная, печеночная недостаточности, ревматоидный и другие артриты.

Все больные основной группы и групп сравнения (вторичный ОА и остеохондроз пояснично-крестцового отдела позвоночника) наблюдались в динамике лечения (лечебная физкультура, физиолечение, нестероидные противовоспалительные препараты, хондропротекторы, консервативная ортопедическая коррекция) [6]. 28 больным гонартрозом была проведена артроскопия для уточнения степени дегенерации суставного хряща и про-

ведения лечебных манипуляций.

Предлагаемый комплекс обследования включал стабилometriю с тестом Ромберга (стабилметрический комплекс НМФ «МБН», г. Москва), фотометрию стоп и поверхностную нейримиографию (ЭМГ) (комплекс «Нейро-микро-ЭМГ» фирмы «Нейрософт», г. Иваново). Теоретико-практическое обоснование оценки статико-динамической функции нижних конечностей с использованием стабилometriи разработано Д.В. Скворцовым [7]. Выполнялась поверхностная ЭМГ симметрично с основных мышц, участвующих в поддержании вертикальной стойки (четырёхглавой бедра и трёхглавой голени). Протокол испытания одобрен Этическим комитетом ИВГМА. Результаты обработаны методами дисперсионного анализа, использовались парный критерий Стьюдента и вариант множественного сравнения Даннета. Результаты представлены в виде $X \pm s_x$, где X – выборочное среднее, s_x – стандартная ошибка среднего; уровень значимости $\alpha=0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При обследовании больных ОА КС получены показатели статокинезиограмм, представленные в таблице 1.

Большая часть больных – 121 человек (61 %) имели миопию, поэтому полученный коэффициент Ромберга больше 100 отражает проприоцептивную недостаточность опорно-двигательной системы с увеличением роли зрения в поддержании баланса вертикальной стойки (БВС). Ухудшение БВС по всем показателям отражает нарушение проприоцепции суставных структур КС при ОА и ноцицептивное уменьшение стабилизирующей функции мышц бедра (проявляется усилением фронтальных девиаций общего центра масс (ОЦМ) с увеличением угла колебаний больше 10°).

В большинстве случаев при ОА КС смещение ОЦМ изначально либо после функцио-

нальной нагрузки носило компенсаторный характер в сторону менее «больной» конечности. При обследовании была выделена группа больных с изначально либо при закрывании глаз и после функциональной нагрузки парадоксальным смещением ОЦМ в сторону «больной» конечности. В этой группе ($n = 21$) для уточнения диагноза всем больным была проведена артроскопия, подтвердившая наличие либо анатомического нарушения опороспособности (разрыв мениска, крестообразных связок и т.д.), либо выраженного дегенеративного процесса (с образованием свободных фрагментов в полости сустава, значительных по величине и/или количеству хондром рядом с суставными поверхностями). Показатели статокинезиограмм этой группы пациентов представлены в таблице 2.

Таблица 1

Показатели статокинезиограмм у больных первичным ОА КС

Показатели статокинезиограммы	Открытые глаза	Закрытые глаза	p
Отклонение ОЦМ по оси X (X, мм)	8,3±0,49*	8,4±0,51*	>0,05
Отклонение ОЦМ по оси Y (Y, мм)	-30,5±1,07	-30,0±1,01	>0,05
Девиации ОЦМ по оси X (x, мм)	9,1±0,22	10,0±0,25	<0,05
Девиации ОЦМ по оси Y (y, мм)	13,4±0,32	13,8±0,34	>0,05
Длина статокинезиограммы (L, мм)	557,5±9,94	779,5±18,16	<0,05
Площадь статокинезиограммы (S, мм ²)	403,8±18,69*	462,3±21,71	<0,05
Длина пути за S (LFS, 1/мм)	1,9±0,07*	2,3±0,09*	<0,05
Скорость перемещения ОЦМ, (V, мм/сек)	10,9±0,20*	15,3±0,36*	<0,05
Угол относительно оси X (УгX, град)	3,1±0,07	3,4±0,09	<0,05
Угол относительно оси Y (УгY, град)	4,6±0,11	4,8±0,11	>0,05
Угол статокинезиограммы (Угол, град)	8,7±0,55	12,8±0,69*	<0,05
Коэффициент Ромберга	137,2±6,58*		

* - достоверные (для уровня $\alpha=0,05$) различия с постурологической нормой по критерию Даннета.

Таблица 2
Показатели статокинезиограммы у больных с парадоксальным смещением ОЦМ

Показатели статокинезиограммы	Открытые глаза	Закрытые глаза
X, мм	5,8±1,09*	5,4±1,07*
Y, мм	-42,0±2,76*	-41,1±2,73*
x, мм	9,2±0,68	9,0±0,62
y, мм	16,6±1,25*	13,4±0,89
L, мм	513,2±40,00	682,9±40,47*
S, мм ²	508,8±61,38	395,7±53,55
LFS, 1/мм	1,4±0,21*	2,0±0,15
V, мм/сек	10,1±0,78	13,4±0,79*
УгX, °	3,1±0,25	3,0±0,22
УгY, °	5,6±0,45*	4,6±0,33
Угол, °	8,8±1,90	16,0±3,04
Коэффициент Ромберга	98,8±14,53*	

* - различия с первичным ОА КС достоверны при α=0,05 по критерию Даннета.

Показатели статокинезиограмм в выделенной группе отличаются нерациональным усилением стабильности БВС по гиперкинетическому типу (уменьшение девиаций и площади колебаний при увеличении скорости и плотности их с закрытыми глазами). Только 6 больных (29 %) в данной группе имели нарушения зрения, не требующие ношения очков в повседневной жизни, но коэффициент Ромберга получен меньше 100. В данном случае это свидетельствует о снижении роли зрения за счет увеличения ранее отсутствовавшей проприо- и ноцицептивной информации, сопровождающей возрастание роли периартикулярных структур в сохранении опорной функции КС.

Все больные по рентгенологической классификации J. Kellegren и J. Lawtense были разделены на 4 группы. Из-за выявленной проприо- и ноцицептивной недостаточности у больных ОА КС сравнение статокинезиограмм в зависимости от стадии заболевания проведено по пробе с закрытыми глазами (табл. 3).

Таблица 3
Показатели статокинезиограмм в зависимости от стадии ОА (проба с закрытыми глазами)

	I стадия (n=55)	II стадия (n=97)	III стадия (n=36)	IV стадия (n=12)	g=2,35*
X, мм	7,4±0,85	8,1±0,69	9,8±1,68	11,9±2,98	
Y, мм	-27,7±2,24	-32,7±1,48	-26,0±1,80	-27,6±2,78	
x, мм	8,3±0,40	10,5±0,40	11,0±0,61	13,5±1,39	1-2,3,4
y, мм	12,1±0,58	15,0±0,53	15,0±0,86	18,4±2,47	1-2,3,4
L, мм	664,5±21,05	848,3±30,04	804,0±53,46	1107,8±121,95	1-2,3,4
S, мм ²	338,1±27,12	525,4±34,31	552,2±62,01	848,4±163,04	1-2,3,4
LFS, 1/мм	2,6±0,20	2,2±0,13	1,8±0,12	1,8±0,28	
V, мм/с	13,0±0,41	16,6±0,59	15,8±1,05	21,7±2,39	1-2,3,4
УгX, °	2,8±0,13	3,6±0,13	3,8±0,19	4,4±0,43	1-2,3,4
УгY, °	4,1±0,19	5,2±0,18	5,2±0,26	6,0±0,75	1-2,3,4
Угол, °	9,4±1,23	14,5±1,07	13,6±1,67	25,6±3,42	1-2,4

* Достоверность с группой ОА I стадии при α=0,05 по критерию Даннета.

Определено достоверное увеличение колебаний ОЦМ в обеих плоскостях, что свидетельствует

об ухудшении кинематической стабильности при нарастании дегенеративных изменений в суставе. При этом при II стадии заболевания (возраст больных 54,9±1,32 года) обнаруживаются достоверные различия с «геронтологической атактической нормой», что заставляет усомниться в отрицательном влиянии исключительно инволютивных процессов на БВС. Динамика нарастания «нерациональной» стабильности баланса неуклонно прогрессирует, значимо ухудшаясь (рис. 1) после III стадии заболевания. Очевидно, что дебют ОА КС сопровождается формированием новых афферентных ноци- и проприоцептивных потоков, способствующих кинематической стабилизации КС.

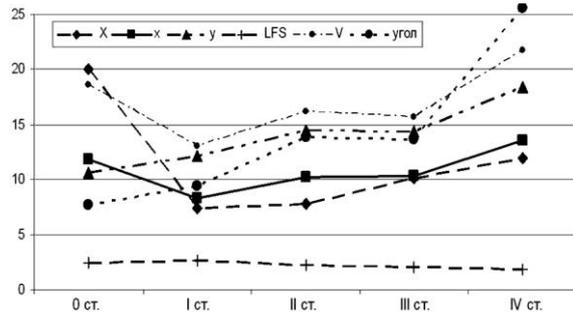


Рис. 1. Динамика нарастания нестабильности БВС, по данным статокинезиограмм, у больных ОА КС в зависимости от стадии заболевания (проба с закрытыми глазами)

Проведены исследования в группе больных вторичным ОА КС. Значимое различие по показателям статокинезиограмм при вторичном (посттравматическом) ОА КС выявлено по показателю смещения ОЦМ в сагиттальной плоскости (Y, мм): при первичном ОА -30,8±1,12/-30,3±1,07 и -42,1±3,10/-39,1±2,42 при вторичном (открытые/закрытые глаза соответственно, α=0,1). Это свидетельствует о более значимом при травме отключении нейрогенной стимуляции четырехглавой мышцы бедра за счет афферентной гиперноцицепции с отклонением ОЦМ кзади (компенсаторные механизмы в отличие от первичного ОА не успевают «включиться») [3, 9].

Была обследована группа больных ОА КС, поступивших на остеотомию вследствие торпидного болевого синдрома и варусной деформации КС. Обращает на себя внимание феномен стабилизации БВС в этой группе при клинической дестабилизации. На основании этого, учитывая данные обзора литературы, можно предположить, что непрерывный процесс развития ОА КС завершается стабилизацией БВС в неоптимальном режиме.

Анализ плантограмм в исследовании не выявил преимущественного наличия у больных ОА КС плоскостопия [2]. Напротив, в группах пациентов I-III стадий процесса субполые и полые стопы встречались чаще. Индекс Штритера составил на больной/здоровой стопе соответственно при I ст. ОА КС 61,6±2,92 %/67,9±3,37 %; при II ст. - 56,2±1,73 %/61,6±1,83 %; при III ст. - 53,0±4,44 %/52,6±4,40 %. На стороне боли отме-

чалось асимметричное варусное отклонение стопы, уменьшающееся при купировании болевого синдрома (индекс боли с 74 ± 7 мм до 36 ± 5 мм).

У всех больных ОА КС выявлена разной степени выраженности асимметрия амплитудно-частотных характеристик (АЧХ) ЭМГ. В большинстве случаев АЧХ носили физиологичный дискордантный характер (увеличение амплитуды сопровождалось уменьшением частоты сокращений мышц). Но на стороне «больной» конечности с увеличением стадии заболевания установлено конкордантное (однаправленное) уменьшение АЧХ. При проведении функциональных проб мы сравнили ЭМГ четырехглавых мышц бедер и трехглавых – голени. Анализ динамики амплитуды ЭМГ мышц бедра выявил исчерпание компенсаторных резервов «больной» конечности уже при II ст. ОА КС. Общность механизмов компенсации опорно-двигательной системы к III ст. заболевания переводит вертикальную стойку в энергетически невыгодный «коридор», но оптимальный с точки зрения сохранения равновесия. Вероятно, вследствие дальнейшего усугубления проприоцептивной недостаточности (развитие миофиброза, энтезитов, субхондрального склероза и т.д.) происходит уменьшение доли мышц голени в компенсаторных перестройках. При IV ст. заболевания при выполнении пробы с мышечным напряжением увеличение амплитуды ЭМГ происходит только в мышцах бедра «здоровой» конечности. В целом асимметрия ЭМГ к IV ст. ОА КС практически нивелируется, что подтверждает мнение о стабилизации баланса.

Был проведен анализ АЧХ мышц бедра до и после курса консервативного лечения. Результаты – на рисунке 2.

Полученные данные доказывают, что противовоспалительная и улучшающая трофические процессы в окружающих сустав тканях терапия, вероятно, за счет уменьшения афферентных ноцицептивных потоков и восстановления гомеостаза проприоцептивных структур нормализует нейрогенный тонус мышц бедра, стабилизируя кинематику КС.

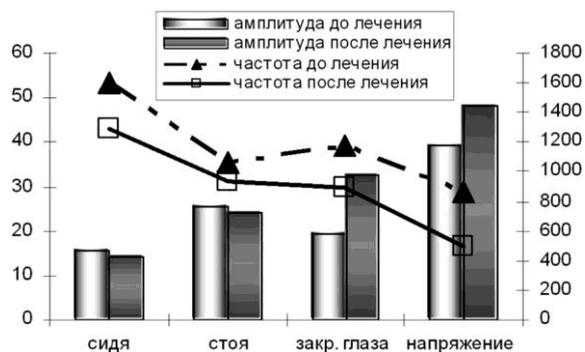


Рис. 2. Амплитудно-частотные характеристики ЭМГ мышц бедра в динамике консервативного лечения ОА КС

Предложен способ оценки степени напряжения компенсаторных механизмов при ОА КС. Он заключается в объективной количественной оценке степени напряжения/срыва компенсаторных механизмов опорно-двигательной системы (ОДС) при нарушенной функции КС, сопровождающейся болевым синдромом, с возможностью использования в динамике наблюдения и лечения путем применения стабилотрии с тестом Ромберга и поверхностной интерференционной ЭМГ основных мышц, участвующих в поддержании вертикальной стойки (получено уведомление о положительном решении формальной экспертизы на заявку № 2006123134/14(025107)).

Таким образом, комплексное применение стабилотрии, нейромиографии и плантографии может использоваться для оценки статико-динамической функции при ОА КС, определяя степени напряжения или срыва компенсаторных механизмов, а также для контроля за эффективностью применяемой терапии заболевания. На основе статико-динамических показателей возможна разработка преемственного алгоритма ведения больных с ОА КС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Батышева, Т. Т. Современные технологии диагностики и реабилитации в неврологии и ортопедии / Т. Т. Батышева, Д. В. Скворцова, А. И. Труханов. - М. : Медика, 2005. - 256 с.
2. Беневоленская, Л. И. Эпидемиология ревматических болезней / Л. И. Беневоленская, М. М. Бржезовский. - М. : Медицина, 1988. - 235 с.
3. Ветрилэ, В. С. Стабилотрия как метод оценки проприоцепции при повреждениях капсульно-связочного аппарата коленного сустава / В. С. Ветрилэ, И. С. Косов, А. К. Орлецкий // Вестн. травматол. и ортопед. им. Н. Н. Приорова. – 2002. – № 2. – С. 38 - 41.
4. Каменев, Ю. Ф. Нозологическая диагностика болевых синдромов / Ю. Ф. Каменев. – Киев : Воля, 2005. - 312 с.
5. Мостовой, Л. Я. Компьютерная стабилотрия в диагностике и комплексной оценке двигательных нарушений при дисциркуляторной энцефалопатии у больных пожилого возраста : автореф. дис... канд. мед. наук / Л. Я. Мостовой. - Саратов, 2004. - 24 с.
6. Рациональная фармакотерапия ревматических заболеваний : рук. для практикующих врачей / В. А. Насонова [и др.]. - М. : Литтерра, 2003. – С. 143-154.
7. Скворцов, Д. В. Клинический анализатор движений. Стабилотрия / Д. В. Скворцов. - М. : «Антидор», 2000. - 192 с.
8. Скворцов, Д. В. Стабилотрия человека – история, методология, стандартизация / Д. В. Скворцов. – Таганрог : Мед. информ. системы, 1995. – С. 132-135.
9. Balance in single-limb stance in patients with anterior cruciate ligament injury : relation to knee laxity, proprioception, muscle strength, and subjective function / E. Ageberg [et al.] // Am. J. Sports Med. - 2005. – Vol. 33, No 10. – P. 1527-1535.
10. Dawson, J. Assessment of the Lequesne index of severity for osteoarthritis of the hip in an elderly population / J. Dawson // Osteoarthritis Cartilage. - 2005. – Vol. 13, No 10. - P. 854-860.

Рукопись поступила 27.03.07.