

УНИВЕРСИТЕТ РЕАБИЛИТАЦИИ

Образовательный курс "Стабилометрия и биологическая обратная связь по опорной реакции"

Инициатива

- Журнал "Физиотерапия, бальнеология и реабилитация"
- Федеральное государственное бюджетное учреждение "Российский научный центр медицинской реабилитации и курортологии" Минздрава России
- НИИ нормальной физиологии им. П.К. Анохина
- Исследовательский центр МЭРА

Автор курса

- Олег Витальевич КУБРЯК, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. НИИ нормальной физиологии им. П.К. Анохина

Форма

- Заочный дистанционный курс — в каждом выпуске журнала в 2015 г. в рубрике "Университет реабилитации" публикуются материалы очередного занятия и вопросы к нему. Участник курсов присылает ответы обычной почтой на адрес: 121099, г. Москва, Новый Арбат, 32, ФГБУ РНЦ МРиК Минздрава России с обязательной пометкой на конверте "СТАБИЛОМЕТРИЯ" или электронной почтой на адрес: 2015@stabilograf.ru (в теме письма указывать "СТАБИЛОМЕТРИЯ").

Диплом

ФГБУ РНЦ МРиК Минздрава России выдается диплом об участии всем, успешно ответившим на вопросы, в случае соблюдения условий участия.

Условия участия

- Подписаться на журнал "Физиотерапия, бальнеология и реабилитация" 2015 г. на печатный или электронный вариант (от физического или юридического лица). Одна подписка (один комплект журналов) позволяет получить один диплом.
- Зарегистрироваться в качестве участника. Для этого необходимо отправить копию квитанции о подписке на журнал "Физиотерапия, бальнеология и реабилитация" обычной или электронной почтой на указанные выше адреса. В письме разборчиво указать фамилию, имя, отчество, квалификацию (по диплому), специальность, место работы, контактный телефон, почтовый и электронный адрес. В теме электронного письма или на конверте (при отправке обычной почтой) написать: "СТАБИЛОМЕТРИЯ-2015".
- Прислать ответы на вопросы ко всем занятиям 2015 г. до завершения курсов.
- Посмотреть актуальную информацию, уточнения условий можно в журнале "Физиотерапия, бальнеология и реабилитация" или на специальном сайте курса: www.stabilograf.ru

- Курс рассчитан на специалистов, имеющих высшее медицинское или медико-биологическое образование, а также на студентов старших курсов высших учебных заведений биомедицинского профиля.

Программа курса

1. Стабилометрия: понятие метода, значение для медицинской реабилитации, общие принципы.
2. Показатели стабилометрии.
3. Принципы ответственного стабилометрического исследования.
4. Проведение тестов в стабилометрическом исследовании.
5. Биологическая обратная связь по опорной реакции в организации реабилитационных тренингов.
6. Контроль эффективности реабилитационного процесса с использованием стабилометрических систем.

Занятие № 2. Показатели стабилометрии

Различные стабилометрические показатели, обычно применяемые в практике, рассчитываются специальной компьютерной программой. Исходные данные — ряд координат центра давления испытуемого на поверхность стабиллоплатформы. В качестве аналогии можно вспомнить клетчатую шахматную доску, на которой любая клетка обозначается буквой и цифрой, и, таким образом, можно точно назвать положение нужной фигуры и ее передвижения влево—вправо и вперед—назад. Также и центр давления испытуемого обозначается цифрами на оси ОХ и ОУ: положительными (вправо и вперед) и отрицательными (влево и назад). Прибор измеряет координаты центра давления испытуемого с высокой частотой, например не менее 33 Гц¹. Поэтому за время исследования получается набор очень большого числа данных. Например, за 1 мин при частоте 33 Гц в компьютер поступит 1980 значений положения центра давления на оси ОХ и еще столько же — на оси ОУ. Из ряда значений вычисляются средние, дисперсия и другие статистические показатели, которые используются для количественных характеристик процесса управления позой. Для специалиста важно понимать, откуда берутся и в чем физический смысл тех или иных показателей, чтобы верно и осознанно трактовать результаты исследования.

На рис. 1 представлены данные из реального фрагмента стабилометрического исследования длительностью примерно 1/3 с. За это время прибором

¹Гроховский С.С., Кубряк О.В. Метрологическое обеспечение стабилометрических исследований. Медицинская техника. 2014, № 4. С. 22—24.

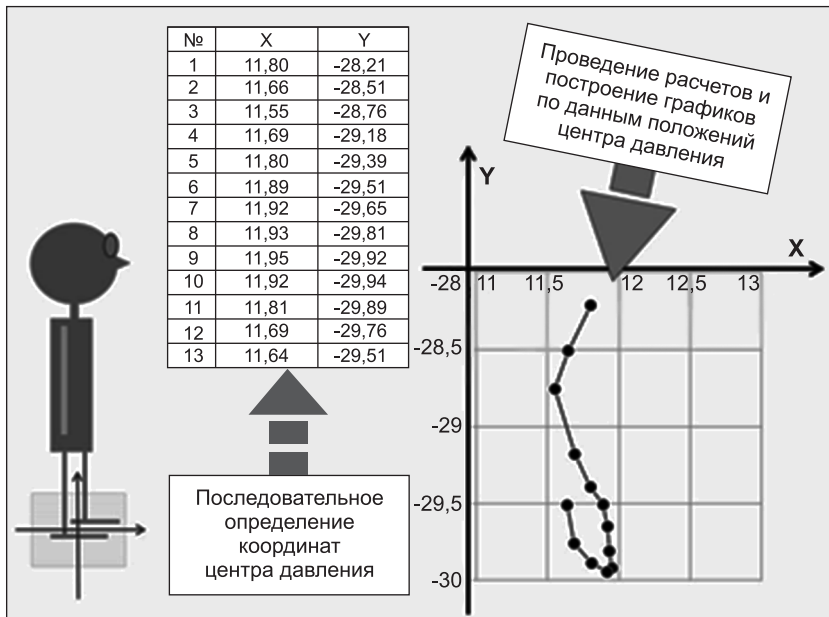


Рис. 1. Построение стаатокинезиограммы по координатам центра давления на стаатолатформу.

По материалам: Кубряк О.В., Гроховский С.С. Практическая стаатоиметрия. Статические двигательные-когнитивные тесты с биологической обратной связью по опорной реакции. М.: Маска, 2012. 88 с. ISBN 978-5-91146-686-2

проведено 13 измерений координат проекции центра масс испытуемого, т.е., было получено 13 значений X и 13 значений Y . Соединение линией нанесенных на координатную сетку точек образует стаатокинезиограмму (см. занятие № 1 в журнале «Физиотерапия, бальнеология и реабилитация», №1, 2015). Сумма длин отрезков, составляющих стаатокинезиограмму, называется ее длиной и обычно обозначается буквой L . Считается в миллиметрах.

Показатель средней за время исследования скорости перемещения центра давления вычисляется так же, как и средняя скорость объекта в школьном учебнике: длина стаатокинезиограммы (путь, расстояние)

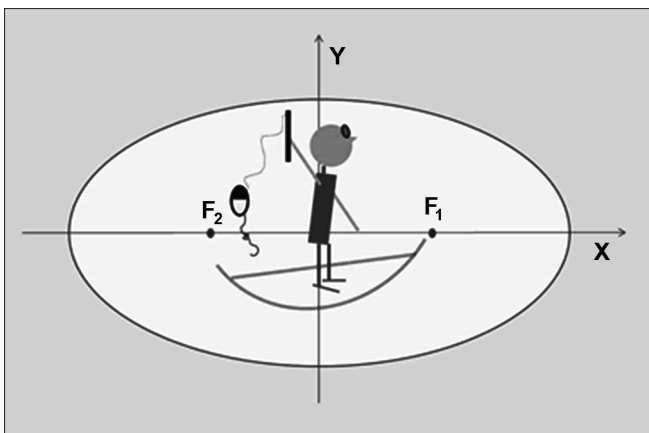


Рис. 2. Пример аналогии (площадь стаатокинезиограммы). Ограниченная длина лески позволяет рыбаку, переходя с носа на корму лодки, забрасывать удочку на площади, описываемой эллипсом.

По материалам: Кубряк О.В., Гроховский С.С. Практическая стаатоиметрия. Статические двигательные-когнитивные тесты с биологической обратной связью по опорной реакции. М.: Маска, 2012. 88 с. ISBN 978-5-91146-686-2

делится на время (длительность исследования). Иными словами, за определенный отрезок времени, чем больше длина (L), тем больше средняя скорость (V). Поскольку показатель средней скорости зависит от длины стаатокинезиограммы, то его информативность по сути не выше, чем у самой длины, — важное различие заключается в том, что параметр скорости позволяет сравнивать исследования разной длительности. При проведении серии одинаковых тестов равных по длительности тестирования информативная ценность показателей L и V практически неразличима.

Кроме длины стаатокинезиограммы, часто используют площадь — обозначается буквой S . Вычисляется в миллиметрах в квадрате, как площадь, на которую приходится 90% (или 95% в предлагаемых разными исследователями вариантах) всех позиций центра давления за время исследования. Для простоты такой показатель определяют расчетом площади эллипса. Смысл можно передать следующей аналогией:

рыбак в лодке посередине озера многократно забрасывает удочку, перемещаясь с носа на корму при том что длина лески всегда одинакова, часть озера, куда он только сможет забросить удочку, будет похожа на эллипс (рис. 2).

Другим показателем, характеризующим рассеивание точек стаатограммы от средних за время исследования значений X и Y , является дисперсия (DX ; DY) или, как вариант, стандартное квадратичное отклонение (x ; y). Однако показатель площади стаатокинезиограммы (S) отличается от дисперсии (DX ; DY) или стандартного квадратичного отклонения (x ; y) тем, что позволяет оценить область рассеивания точек стаатокинезиограммы одновременно вдоль осей OX и OY , т. е. сразу одной цифрой.

В России разработано перспективное семейство стаатоиметрических показателей, связанное с механической энергией, затрачиваемой испытуемым на поддержание или изменение позы². Условно базовый показатель называется "индекс энергозатрат" и обозначается буквой A . Рассчитывается в джоулях. Также применяются сходные по смыслу показатели, например Am — «удельные энергозатраты» на килограмм массы, мДж/кг. Если проводить упрощенное сравнение с традиционными показателями, то можно сказать, что, например, по сравнению с длиной, показатель A учитывает еще и изменение направлений на отрезках от одной позиции центра давления до другой. Условно это можно отобразить как описание состояния раскладного метра — например, он на-

²RU 2456920. Способ стаатоиметрического исследования двигательной стратегии человека; RU 2476151. Способ экспресс-оценки стаатности позы человека и ее коррекции с использованием биологической обратной связи (Гроховский С.С., Кубряк О.В., 2011).



Рис. 3. Пример аналогии («раскладной метр»).

Пояснения в тексте.

ходится в такой конфигурации, как на рис. 3. Если считать это моделью статокинезиограммы, то можно охарактеризовать раскладной метр его полной длиной, вытянув в ровную линию, или же как-то учесть и его длину и его реальные изгибы. Здесь первое можно сравнить с показателем L , а второе — с показателем A .

За счет физических свойств показатель A оказывается чувствительнее, чем традиционный показатель L , а также в ряде случаев и более однозначным (меняющимся не случайно), чем, например, показатель S . Это продемонстрировано в ряде опубликованных наблюдений³.

Если прибегнуть к еще одной аналогии для объяснения достоинств показателя A в сравнении с показателем длины (L) статокинезиограммы или средней скорости (V), то можно использовать уже упоминавшийся выше образ. Так, рыбак забрасывает свою удочку с лодки, размахиваясь то сильнее, то слабее, — поплавок отмечает точки то ближе, то дальше от лодки, и при этом леска летит то быстрее, то медленнее, т.е. расстояние от рыбака до точки падения поплавка преодолевается каждый раз по-разному, с различной скоростью. Для того чтобы дальше забросить удочку, рыбаку надо размахнуться сильнее, придав забрасываемому объекту большую скорость и соответственно затратив больше энергии. Например, рыбак 100 раз за 1000 с забросил удочку на расстояние 2 м — в сумме «путь» составит 200 м. При этом показатель средней скорости будет равен 0,2 м в секунду из расчета того, что суммарный путь равен 200 м, а затраченное время 1000 с. Очевидно, что средняя скорость и суммарный путь не характеризуют в должной мере то, как именно рыбак забрасывает удочку. Если, например, он за те же 1000 с 50 раз забросит удочку на 3 м, а 50 раз на 1 м, то суммарный «путь», как и в первом случае, составит 200 м и средняя скорость соответственно также будет 0,2 м в секунду. Однако если рассчитать потребные энергозатраты на выполнение задачи в первом и во

втором случаях, то окажется, что они во втором случае будут на 25% выше, чем в первом.

Часто используют показатели, связанные со спектральными характеристиками стабиллограммы, например F_x и F_y , в Гц. Еще можно исследовать даже небольшие колебания массы тела человека на стабиллоплатформе (изменения по оси OZ) — иногда это позволяет получить дополнительные данные об управлении позой. В двигательнo-когнитивных тестах с биологической обратной связью по опорной реакции используются также показатели, характеризующие качество исполнения инструкции, например время удержания центра давления в заданной зоне, число «пойманных» мишеней и т. д.

Все известные параметры стабиллометрического исследования можно условно разделить на несколько групп. Одна из которых объединяет показатели, характеризующие параметры траектории перемещения центра давления за время исследования, такие как длина статокинезиограммы или ее средняя скорость. Другая группа объединяет параметры, характеризующие разброс соответствующих значений координат центра давления относительно рассчитанных средних значений. Это среднеквадратичные отклонения, дисперсия, площадь статокинезиограммы и иные. Третья группа включает параметры амплитудно-частотных характеристик стабиллограмм (временных диаграмм), такие как амплитуда и частота преобладающих колебаний и т. д. Определяющим фактором такой классификации является то, что показатели, входящие в состав одной группы, характеризуют одно свойство исследуемого процесса. Поэтому при анализе результатов исследования рационально использовать минимум показателей из каждой группы, формируя достаточный и при этом удобный для всесторонней оценки состояния человека набор индексов. В отдельную группу можно отнести различные коэффициенты (например, соотношение площадей в пробе Ромберга) и сложные производные от нескольких индексов.

При работе на первых стабиллометрических устройствах в середине XX века анализ проводился с помощью визуального изучения простейших графиков — стабиллограмм, которые показывают изменение положения центра давления только по одной из осей (см. «Физиотерапия, бальнеология и реабилитация», 2015, № 1). Такие графики в отсутствие компьютерной техники вычерчивались чернильным самописцем на бумажной ленте стабиллографа. Сегодня применение компьютерных программ позволяет получать гораздо более точные и надежные оценки. Задачей специалиста остается трактовка физиологического смысла тех или иных параметров управления позой, выявляемых количественными оценками в стабиллометрической исследовании.

На сайте нашего курса www.stabilograf.ru доступны ссылки на рекомендуемые видеоматериалы, полнотекстовые методические пособия, статьи и другую актуальную информацию. Не забудьте отправить ответы на контрольные вопросы ко второму занятию.

Все права защищены. Не копируйте материалы курсов без корректного цитирования или получения разрешения авторов. Охраняется законом.

³Например: Кубряк О.В., Гроховский С.С. Постуральный тест с биологической обратной связью в оценке влияния привычного сеанса курения на показатели баланса тела у здоровых добровольцев. Наркология. 2011. № 9. С. 59—63; Романова М.В., Кубряк О.В., Исакова Е.В., Гроховский С.С., Котов С.В. Объективизация нарушений равновесия и устойчивости у пациентов с инсультом в раннем восстановительном периоде. Анналы клинической и экспериментальной неврологии. 2014. Т. 8, № 2. С. 12—15; Погабало И.В., Кубряк О.В., Гроховский С.С., Копецкий И.С. Стабиллометрические параметры вертикальной устойчивости здоровых добровольцев при искусственном кратковременном изменении прикуса. Стоматология. 2014. № 5. С. 65—68.

Заочный образовательный курс «Стабилометрия и биологическая связь по опорной реакции»
 Публикуется в журнале «Физиотерапия, бальнеология и реабилитация». Сайт курса: www.stabilograf.ru
 Контрольные вопросы к занятию № 2

Вопросы:				
Выделите только один, однозначно верный, на Ваш взгляд, вариант ответа из предложенных (верных, не очень точных и ошибочных):				
1	2	3	4	
1. Что такое показатель стабиллометрического исследования?	Какая-либо расчетная характеристика изменения состояния стабиллоплатформы	Это буква	Какая-либо расчетная характеристика изменения состояния центра давления и массы испытуемого	
2. Что такое длина статокинезиограммы?	Общая длина кривой, соединяющей все отрезки по оси ОХ	Сумма длин всех отрезков, соединяющих координаты центра давления испытуемого за время исследования	Не знаю, про это нигде не написано	
3. Что такое среднее значение положения центра давления?	Такого показателя не существует	Это означает среднее положение центра давления конкретного испытуемого, определенное в результате усреднения данных не менее чем 5 тестов	Это частное от деления длины на площадь	
4. Каким значком обозначается площадь статокинезиограммы?	S	L	A	
5. Что такое площадь статокинезиограммы?	Площадь, заштриховываемая линией статокинезиограммы	Площадь под кривой, ограничивающей определенную долю всех позиций центра давления (например, 90% точек)	Площадь, рассчитываемая по известной из школы формуле Герона	
6. Чем «индекс энерготрат» лучше «площади статокинезиограммы»?	Это разные по смыслу показатели, поэтому иногда один из них уместнее	Ничем не лучше	Формулы разные	
7. Что оценивает «индекс энерготрат»?	Общую длину всех отрезков статокинезиограммы	Основной обмен организма	Рассеяние позиций центра давления	
8. Если значения показателя Х отрицательные, что это значит?	Ошибка вычислений	Смещение центра давления влево	Смещение центра давления вправо	
9. В каких единицах вычисляется скорость статокинезиограммы?	В миллиметрах	В сантиметрах	В миллиметрах в секунду	
10. Доктор, работающий над научной статьей, написал, что «у данной группы пациентов скорость статокинезиограммы увеличилась, а длина уменьшилась». Что это значит?	Доктор ошибся, так не может быть	Должно быть наоборот: длина увеличилась, а скорость уменьшилась	Полагаю, что читать публикации в журналах не надо	
11. Зачем знать, откуда берутся показатели стабиллометрии?	Врачу это не надо	Врачу это надо, чтобы понимать, какие показатели использовать в том или ином случае	Чтобы формулы писать	Это надо только для учебы, а не для практики
12. Где брать ответы на вопросы к этому занятию?	Ответов нет в основном тексте	Есть одна статья из процитированных источников	Все есть в основном тексте занятия № 2	Надо посмотреть дополнительные материалы, чтобы ответить на все вопросы