

Современные системы нагрузочного тестирования: что выбрать именно Вам?

Аксельрод А.С., заведующая отделением функциональной диагностики
Клиники кардиологии ММА им. И.М. Сеченова

*Чтобы сделать разумный выбор, надо прежде всего знать,
без чего можно обойтись.*

Иммануил Кант

Именно с такого эпиграфа хотелось бы начать разговор о выборе системы для нагрузочного тестирования. Правильно сделанный выбор является залогом не только информативного, но и безопасного тестирования. При этом Ваш выбор определяется лишь несколькими простыми обстоятельствами:

1. размером свободного пространства в Вашем кабинете;
2. размером финансовых средств для покупки оборудования;
3. категорией пациентов, с которой Вам предстоит работать.

Велоэргометр или тредмил: что лучше?

Самый частый вопрос, на который нам приходилось давать ответ курсантам, врачам-стажерам и студентам, является следующий вопрос: «**Что лучше выбрать: велоэргометр или беговую дорожку?**»

Велоэргометром (рис.1) называют стационарный велосипед, на котором выполняется дозированная нарастающая нагрузка с возможностью тарирования в единицах мощности (Ваттах или килограммах в минуту). При этом мощность задается педалированием пациента со скоростью 60 оборотов в минуту при нарастающем сопротивлении. Пациента просят следить за скоростью на экране велоэргометра.

Тредмилом (рис.2) называют беговую дорожку, способную двигаться с нарастающей скоростью (от 1 до 25 км/час). Пациента просят встать на дорожку и двигаться шагом, стараясь соответствовать скорости ее движения. Во время теста моделируется ходьба по ровной местности или в гору, при этом скорость движения дорожки и угол ее наклона задаются врачом в зависимости от выбранного протокола. Угол наклона дорожки выражается в специальных процентах: подъем на 5 см относительно медианы дорожки соответствует 5% (2.5°).

Рис. 1. Система для проведения нагрузочного теста на базе электрокардиографа CARDIOVIT AT-104 PC с велоэргометром



Рис. 2. Система для проведения нагрузочного теста CARDIOVIT CS-200 с тредмилом



В Западной Европе традиционно чаще используются велоэргометры, что связано, прежде всего, с их более низкой стоимостью и небольшими габаритами. Однако нагрузка на велоэргометре менее привычна для пожилых людей и делает практически невозможным проведение теста при наличии заболеваний коленных и тазобедренных суставов и позвоночника. Кроме того, нечеткое дозирование нагрузки (пациент сам должен придерживаться указанной скорости вращения педалей) также ограничивает использование велоэргометра у пожилых людей.

Таким образом, при проведении велоэргометрии возможность выполнения нагрузки в большой степени определяется силовой подготовкой пациента, опытом занятий на велотренажере или катания на велосипеде.

Если среди Ваших пациентов имеется значительное количество лиц, для которых необходим дифференциальный диагноз одышки, Вам стоит подумать о покупке нагрузочной системы для проведения спироэргометрии (нагрузочного тестирования с газоанализом). Такое оборудование позволяет оценить анаэробный порог и пиковое потребление кислорода. Эти системы дороже, но нередко позволяют решить ряд важных диагностических задач и кардинально изменить тактику лечения (рис. 3).

Рис. 3. Система для проведения нагрузочного теста с газоанализом CARDIOVIT CS-200 ERGO-SPIRO



Таким образом, если в Вашей клинике именно пациенты пожилого возраста проходят нагрузочное тестирование достаточно часто, подумайте, стоит ли выбирать велоэргометр. Кроме того, педалирование даже для пациентов без заболеваний суставов нередко представляет значительные сложности, поскольку мало кто из больных ежедневно катается на велосипеде. Ходьба является простым и привычным видом нагрузки, и именно такой вариант движения позволяет смоделировать как привычный для данного пациента темп, так и темп движения, значительно превышающий обычный. Именно поэтому, на наш взгляд, тредмил-тест является более физиологичным и обладает более высокой воспроизводимостью, что особенно важно при динамическом наблюдении пациентов.

Ряд авторов, тем не менее, считает, что при велоэргометрии имеется:

1. большая возможность оценить выполненную работу;
2. ниже уровень шума и артефактов;
3. меньше степень нагрузки на мышцы ног;
4. больше подходит для исследования в динамике.

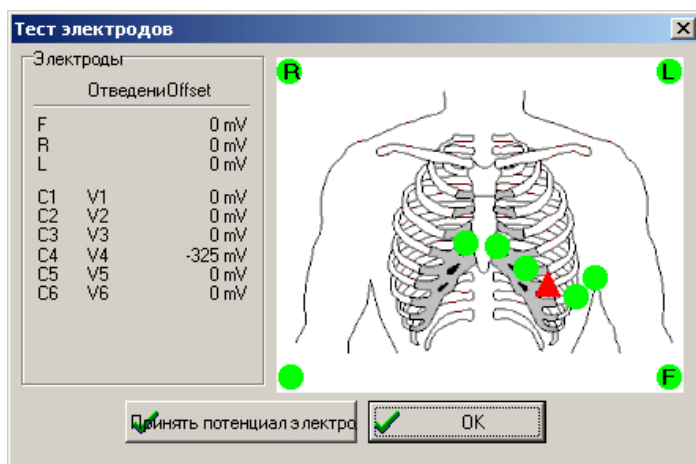
По нашему опыту, из всего перечисленного выше можно согласиться с более высоким уровнем шума и артефактов при нагрузочном тредмил-тестировании по сравнению с велоэргометрией. Однако при правильном наложении электродов и правильном инструктировании пациента этот недостаток вполне можно нивелировать.

Исходя из всего вышесказанного, нагрузочный тредмил-тест позволяет решить гораздо большее количество задач у совершенно разных категорий пациентов, но нередко при закупке оборудования приходится руководствоваться другими аргументами, например, шириной дверного проема и размером помещения, в котором предстоит проводить тестирование. При частой необходимости дифференциального диагноза одышки вам стоит подумать о покупке нагрузочной системы для проведения спироэргометрии.

Программное обеспечение: что должно быть?

Грудные электроды для нагрузочного тестирования накладываются так же, как при регистрации стандартной ЭКГ покоя. Электроды «красный», «желтый», «зеленый» и «черный» накладываются на грудную клетку. После этого любое программное обеспечение должно автоматически подсказать, достаточно ли качество полученного сигнала (рис.4).

Рис. 4. Расположение грудных электродов



Программное обеспечение в обязательном порядке должно позволять Вам формировать архив пациентов. При отсутствии такой возможности стоит подумать о целесообразности покупки именно этого варианта нагрузочной системы: оценивать динамику своих пациентов Вам будет гораздо труднее. Экономия на данной опции нередко мнимая, поскольку Вам неизбежно придется распечатывать on line («на ходу») каждую ступень теста и, следовательно, регулярно закупать термобумагу. Кроме того, архивирование в виде фрагментов ЭКГ на термобумаге также не является оптимальным вариантом, так как термобумага с годами выцветает. Если по экономическим соображениям Вы все же не можете позволить себе возможность программного архивирования, предусмотрите создание архива на обычной бумаге формата А4, которая не выцветает.

При регистрации исходной ЭКГ стоя стоит обратить внимание на следующий важный момент: такая ЭКГ может отличаться от ЭКГ покоя, зарегистрированной лежа. Эти различия объясняются двумя причинами: во-первых, стандартные отведения накладываются не на конечности, а на туловище, во-вторых, при вертикальном положении тела ЭОС сердца может сильно меняться в зависимости от конституции (у высоких худощавых пациентов эти отличия нередко весьма значительны).

Рис. 5. Исходная ЭКГ стоя: регистрация с автоматической обработкой сигнала (CARDIOVIT CS-200, Schiller AG).



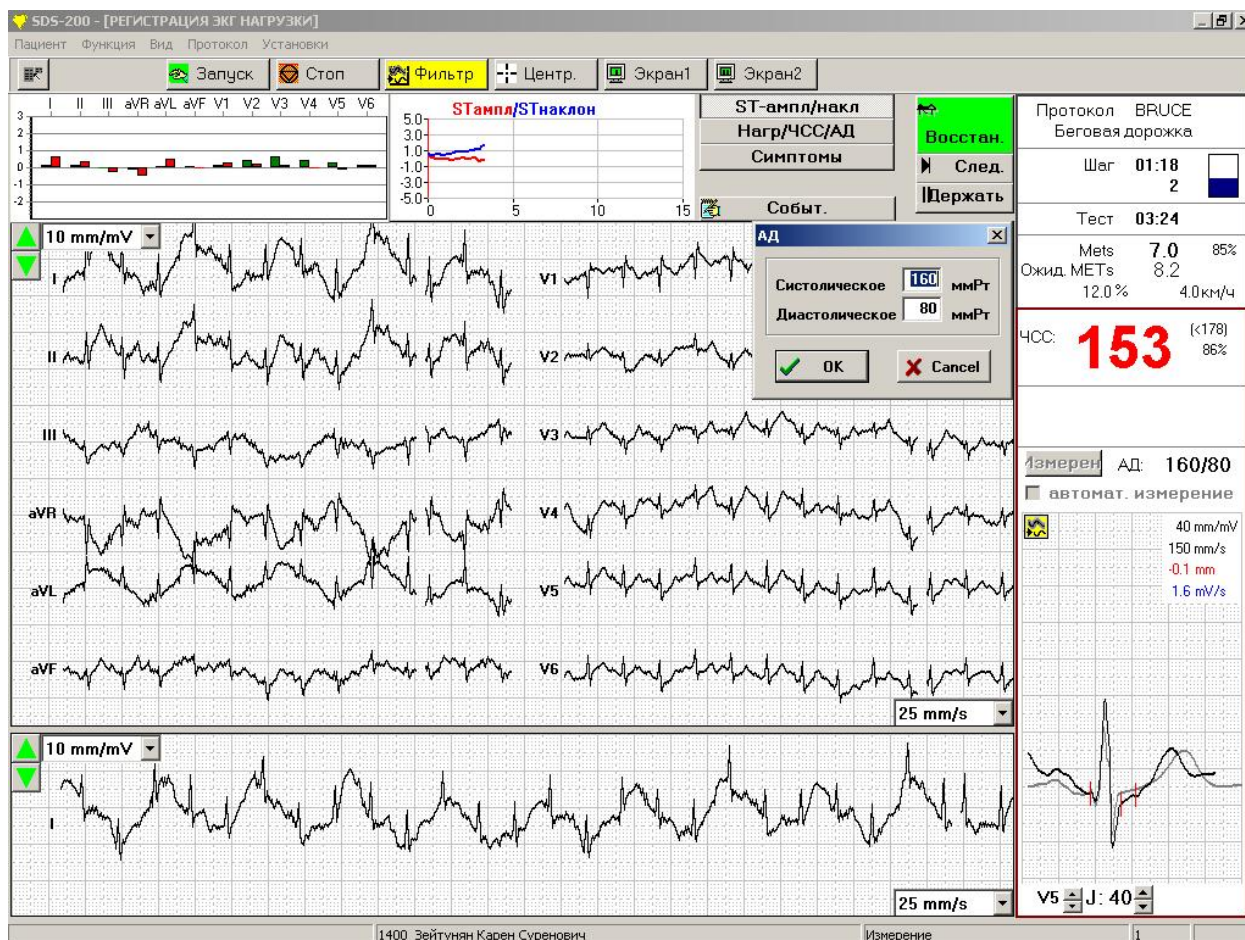
Во время теста непрерывно следите за динамикой ЭКГ (рис.6), не отрывая глаз от монитора. Именно поэтому во время тестирования Вам обязательно необходимы «вторые руки», готовые прийти на помощь при возникновении внештатной ситуации (пациент может оступиться на дорожке) или осложнения. Если Ваше программное обеспечение позволяет зарегистрировать на жесткий диск полную ЭКГ регистрацию, - это идеальный вариант. Если Ваша нагрузочная система не обладает такими возможностями, Вы должны распечатывать «на ходу» фрагмент 12 отведений ЭКГ не реже, чем 1 раз в 3 минуты. При наличии на экране значимой динамики желательно иметь возможность немедленной распечатки ЭКГ-сигнала в режиме реального времени или с небольшой (не более 2 сек) задержкой. Эта опция может вам пригодиться 1 раз в год, но именно в этот момент Вы оцените ее важность. Так, например, при возникновении осложнения у Вас может не оказаться времени быстро найти в полной записи теста необходимый фрагмент. Быстрая транспортировка пациента в отделение реанимации и одновременное наличие распечатанной ЭКГ на высоте нагрузки облегчит работу врача-реаниматолога и снимет дополнительные вопросы к Вам.

Ваша система также должна позволять:

- изменять (до теста и «на ходу») точку «J»;
- выбирать для отдельного просмотра любое отведение с возможностью сравнения с исходными комплексами;
- наглядно анализировать тренд ST с графическим изображением;
- вносить вручную симптомы и жалобы больного, возникшие во время теста или в восстановительном периоде;
- удерживать текущую ступень или перейти на следующую ступень протокола по Вашему усмотрению.

Также на большинстве приборов Вы можете выбирать и менять удобные для просмотра фрагменты ЭКГ, амплитуду сигнала и скорость регистрации. Крайне удобной также является возможность создания и сохранения произвольных протоколов, особенно если Вами планируется самостоятельная исследовательская работа.

Рис. 6. Рабочее окно во время выполнения теста системы нагрузочного тестирования CARDIOVIT CS-200



На рис. 6 в рабочем окне программы можно увидеть все описанные необходимые опции. Крайне удобными являются также различные варианты графического изображения динамики сегмента ST с учетом естественного дрейфа изолинии: врач имеет возможность «проверить» самого себя непосредственно в процессе регистрации нагрузочной ЭКГ.

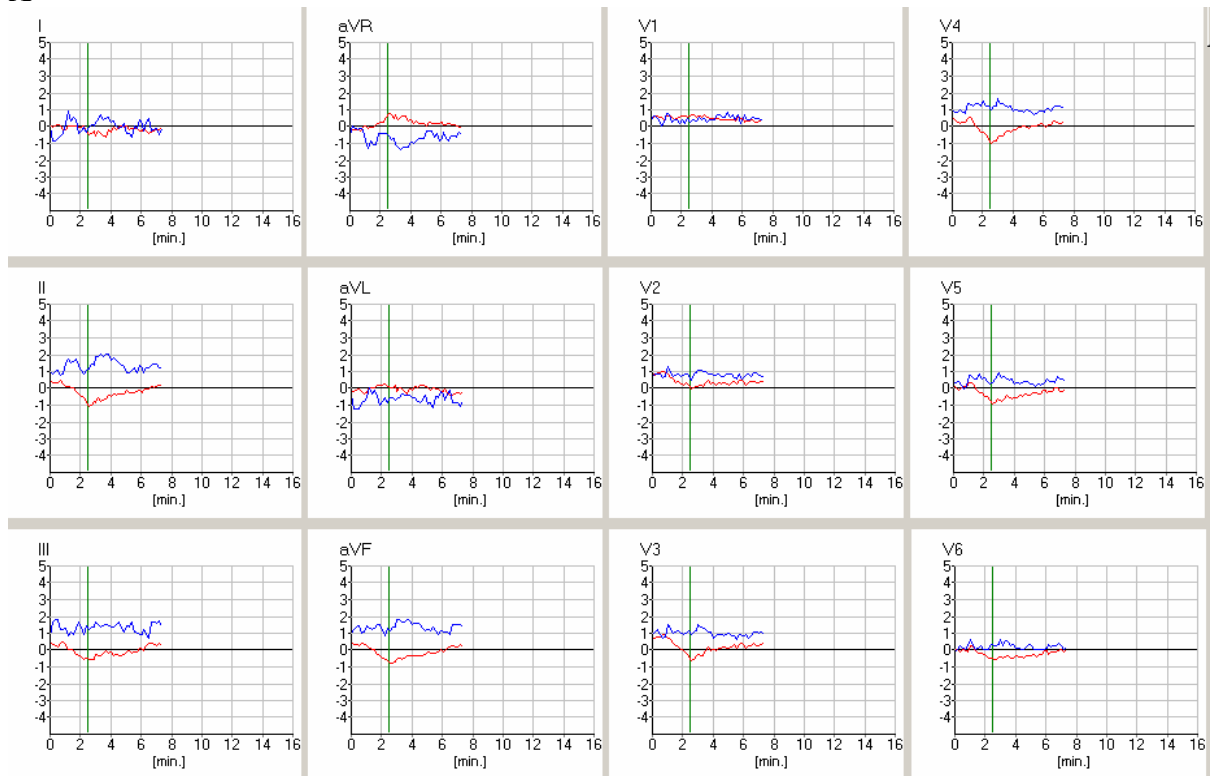
Прекращение нагрузочной фазы теста должно происходить как минимум двумя различными способами: специальной опцией программы и экстренным торможением. Возможность экстренного торможения обязательно должна быть предусмотрена как для

пациента (специальный экстренный тормоз), так и для врача. Экстренное торможение для врача должно занимать не более 1 секунды. По собственному опыту хочется отметить, что в тех редких ситуациях, когда экстренное торможение необходимо, Вам не придется жалеть о правильном выборе такой возможности.

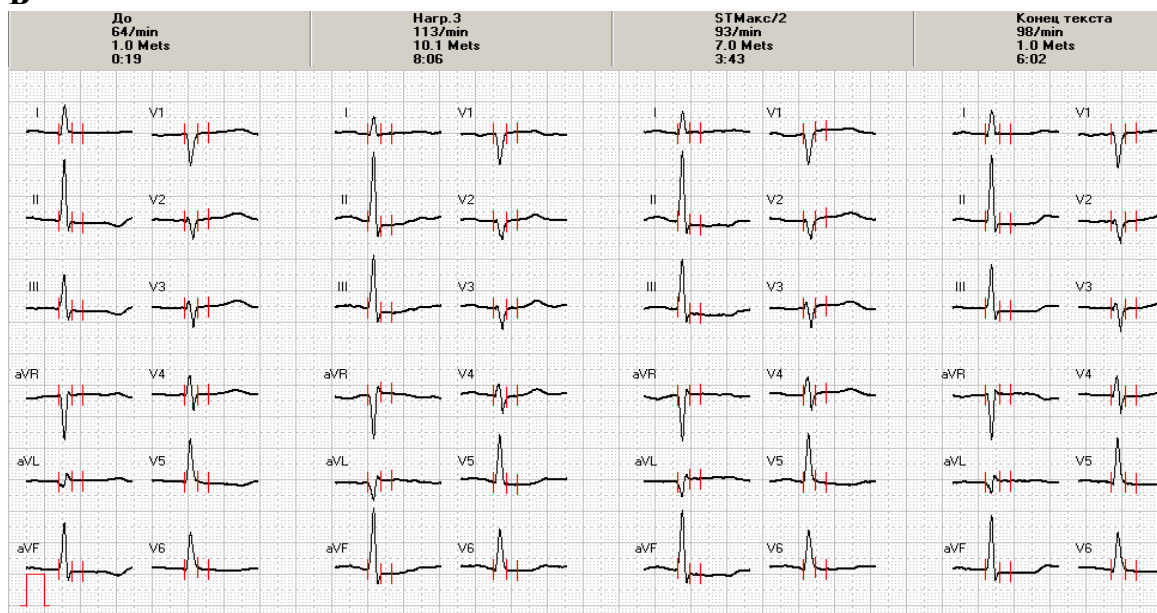
Восстановительный период, так же как и нагрузочная фаза, должен непрерывно регистрироваться на жесткий диск Вашей нагрузочной станции – это обязательное условие. Нередко именно в восстановительном периоде возникает диагностически значимая динамика сегмента ST и стресс-индуцированные нарушения сердечного ритма и (реже) проводимости. Различные варианты графического и цифрового изображения динамики сегмента ST представлены на рисунке 7.

Рис. 7. Различные варианты изображения динамики сегмента ST: тренды наклона и амплитуды (А), усредненные циклы (Б) и абсолютные значения (В).

А



Б



В

ST-Амплитуды														
	Время	Mets	ЧСС	I	II	III	aVR	aVL	aVF	V1	V2	V3	V4	V5
До	0:11	1.0	83	0.1	0.5	0.4	-0.3	-0.1	0.5	0.5	0.8	0.7	0.5	0.1
Нагр.1	2:17	4.6	137	-0.3	-0.7	-0.4	0.5	0.0	-0.6	0.5	0.1	-0.3	-0.7	-0.8
STМакс	2:21	1.0	111	-0.5	-1.0	-0.5	0.8	0.0	-0.8	0.5	-0.1	-0.6	-0.9	-0.8
Восст	0:56	1.0	89	-0.3	-0.7	-0.3	0.5	0.0	-0.5	0.6	0.1	-0.3	-0.5	-0.6
Восст	1:56	1.0	79	-0.2	-0.4	-0.2	0.3	-0.0	-0.3	0.5	0.5	0.2	0.1	-0.3
Восст	2:56	1.0	82	-0.1	-0.3	-0.2	0.2	0.0	-0.2	0.4	0.5	0.5	0.1	-0.2
Восст	3:56	1.0	87	-0.2	0.1	0.2	0.1	-0.2	0.1	0.3	0.3	0.3	0.1	-0.1
Восст	4:56	1.0	86	0.0	0.3	0.3	-0.2	-0.1	0.3	0.4	0.4	0.5	0.3	0.0

Разумеется, наибольшее количество опций и возможностей изменений индивидуальных настроек программы дает наибольшее количество диагностических возможностей и минимальное количество диагностических ошибок. Именно многообразие опций и настроек позволяет обеспечить индивидуальный подход для каждого пациента, к чему любой квалифицированный специалист всегда стремится.

Москва, 24.02.2009