

Н. В. Плешкова

Типы динамик параметров вегетативных показателей при ортостатическом воздействии

Введение. Мониторинг периферического пульса выявляет волны 1-го порядка (сердечные), их модуляции в ритме дыхания – волны 2-го порядка и медленные, нерегулярные волнообразные изменения амплитуды периферического пульса – волны 3-го порядка [1]. В соответствии с этиологической классификацией волны 3-го порядка периферического пульса относят к инфрадыхательным модуляциям (ИДМ). Имеются данные об эмоциональных, терморегуляторных факторах, об изменениях ИДМ во время сна. Помимо указанных, одним из модуляторов амплитуды периферического пульса могут быть процессы регуляции системной гемодинамики, возникающие в связи с задачей поддержания артериального давления. В связи с этим интересно исследовать характер ИДМ при ортопробе. Известно, что выраженность изменений параметров системной гемодинамики при ортопробе достигает 40% [2] на фоне значительной активации симпатической нервной системы. В литературе отсутствуют данные о характере изменений параметров ИДМ дигитального пульса во время ортостатического воздействия, что и является целью данного исследования.

Материалы и методы исследования. Исследования проводились на кафедре физиологии человека и животных АГУ, в них участвовало 32 испытуемых обоих полов в возрасте от 17 до 23 лет. Испытуемым предлагалось выполнить активную ортостатическую пробу следующим образом: после 15-ти минутного пребывания в состоянии покоя в горизонтальном положении и регистрации фоновых показателей в течение последних 5 минут испытуемый переходил в вертикальное положение и продолжал стоять без движения 15 минут [3]. При этом одновременно регистрировали дигитальную фотосфигмограмму (ДФСГ) прибором ФПГ-02, кожно-гальваническую реакцию (КГР) по Фере с наружной и внутренней стороны ладони блоком КГР (режим ΔR) прибора «Полиграф-6».

По записи ДФСГ определяли период ИДМ (время между двумя выраженными вазоконстрикциями); коэффициент модуляции ИДМ ДФСГ. Коэффициент модуляции (КМ) рассчитывали как отношение минимальной амплитуды

ДФСГ к предшествующей ей максимальной, выраженное в процентах.

АД оценивали по методу Короткова до ортопробы и на 1, 3, 5, 7, 10, 12, 15 минутах адаптационного процесса.

Проверка распределений значения амплитуды ДФСГ проводилась с помощью критерия χ^2 . Установлено, что распределение носит ненормальный характер. В связи с этим для анализа данных использовали непараметрические критерии оценки достоверности: X-критерий Ван-дер-Вардана для сравнения друг с другом независимых выборок и T-критерий Уилкоксона для сравнения попарно связанных выборок. Достоверность отличий оценивалась при $p < 0.05$ [4].

Результаты исследования и их обсуждение.

Обнаружено, что фоновая амплитуда ДФСГ в данной выборке варьировала от 3,4 до 66,3 отн. ед. Поскольку природа пульса дуальна и зависит от тонуса сосудистой стенки и от величены АД, то такой разброс данных может объясняться действием каждого из названных факторов в отдельности, либо в сочетании. Анализ данных АД у испытуемых с низкими, средними и высокими значениями амплитуды ДФСГ не выявил существенных различий. Следовательно, размах варьирования амплитуды ДФСГ полностью определяется тонусом сосудистой стенки. У 1-й группы высокий сосудистый тонус (13 испытуемых), у 3-й группы низкие значения сосудистого тонуса (12 человек), 2-я группа (7 человек) – средние показатели сосудистого тонуса. Хотелось бы подробнее остановиться на сравнении фоновых значений параметров ИДМ ДФСГ между тремя группами. В 3-й группе (с исходно более низким сосудистым тонусом) максимальная амплитуда ИДМ ДФСГ значительно превышает ($p < 0.05$) максимальные амплитуды в двух других группах. КМ ИДМ в 3-й группе исходно выше ($p < 0.01$) почти в два раза по сравнению с КМ ИДМ в 1-й группе, 2-я группа занимает промежуточное положение по этому показателю. При наличии более низкого сосудистого тонуса сосудистая стенка менее жестка и более податлива нервным и гуморальным влияниям, поэтому амплитуда вазо-

моций в 3-й группе меняется в более широких пределах, о чем свидетельствуют более высокие значения коэффициента модуляции и, следовательно, более глубокие ИДМ.

При анализе влияний ортостаза на показатели системной гемодинамики и периферического пульса выделяют две фазы. Первая фаза характеризуется максимальными изменениями в системе кровообращения. Вторая фаза включает период восстановления.

При рассмотрении динамики показателей системного кровообращения в первую фазу ортостаза у представителей 1-й группы было выявлено существенное увеличение ЧСС с 65 до 90 уд/мин, разница в среднем составила 38% ($p < 0.01$). При этом на первой минуте ортопробы наблюдали повышение АДс на 4 мм рт. ст. ($p < 0.05$). АДд тоже повышалось на 3 мм рт. ст. ($p < 0.05$). ПД не обнаружило изменений в первую минуту ортопробы ($p < 0.05$). Такую же картину изменений центральной гемодинамики в первой фазе ортостатического воздействия наблюдали и у испытуемых 2-й и 3-й групп.

Проведенное исследование выявило в первую минуту уменьшение максимальной амплитуды ДФСГ в 1,8 раза, с 7 до 3,6 усл. ед. ($p < 0.01$), реактивность составила 40% (рис. 1А). Реактивность – показатель, отражающий разницу между уровнем реакции и фоновыми значениями, выраженную в процентах. При этом минимальная амплитуда уменьшилась в 2 раза (с 4,7 усл. ед. до 2,1 усл. ед.) ($p < 0.01$), реактивность составила 55%.

Привлекает внимание обнаруженное в наших исследованиях резкое изменение периода ИДМ ДФСГ, вызванное ортостазом. В спокойном состоянии показатель периода ИДМ ДФСГ составил 20 с, на первой минуте этот показатель уменьшился на 8 с до 12 с ($p < 0.01$) (рис. 1В). Реактивность составила 40%. Очевидно, наблюдавшиеся более частые ИДМ ДФСГ являются отражением интенсивности активации симпатической нервной системы вследствие ортостатического воздействия [5].

Наряду с уменьшением периода ИДМ ДФСГ наблюдается увеличение КМ ИДМ ДФСГ (рис. 1Б). В состоянии покоя испытуемые 1-й группы (с более высокими значениями фонового сосудистого тонуса) характеризуются низкими значениями КМ по сравнению со 2-й группой и с 3-й группой ($p < 0.01$). В связи с исходно высоким сосудистым тонусом сосудистая стенка становится более жесткой и, соответственно, менее податливой нервным и гуморальным влияниям. Поэтому амплитуда вазомоций (или

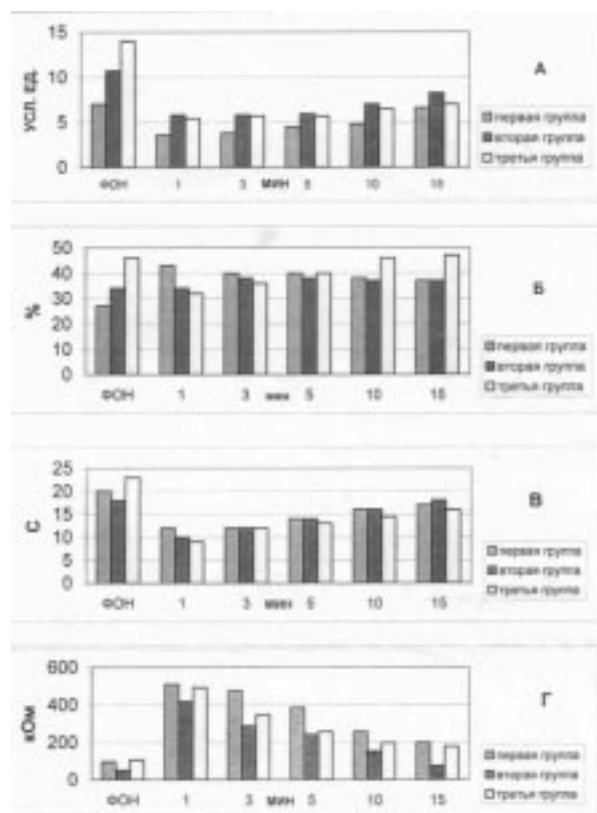


Рис. 1. Динамика показателей дигитального пульса до и во время ортостатического воздействия в трех группах ($n = 32$):

- А – максимальная амплитуда инфрадыхательных модуляций дигитальной фотосфигмограммы;
- Б – коэффициент модуляции дигитального пульса;
- В – период инфрадыхательных модуляций дигитальной фотосфигмограммы;
- Г – кожно-гальваническая реакция

глубина ИДМ-волн) меняется незначительно, о чем свидетельствует низкое значение КМ, равное 27%. КМ ИДМ ДФСГ обнаруживает значительное повышение на первой минуте ортопробы с 27% до 43% ($p < 0.01$), разница составила 16%, т.е. коэффициент модуляции в первую минуту ортопробы увеличился в 1,5 раза. Очевидно, такой паттерн изменений показателей дигитального кровообращения является отражением интенсивности активации симпатической нервной системы, что находит отражение в повышении частоты вазоконстрикций и увеличении КМ ИДМ ДФСГ.

На первой минуте ортопробы имело место всплшкообразное повышение активности КГР с 97 кОм до 509 кОм ($p < 0.01$), разница составила 412 кОм. Синхронные изменения параметров периферического кровообращения и КГР вызваны активацией симпатической нервной системы в связи с переходом в верти-

кальное положение, поскольку известно, что рефлекторный контроль осуществляется через модуляцию симпатической вазоконстрикторной нервной активности как для кровотока руки, так и для потовых желез [6].

Анализ результатов исследования выявил еще один комплекс реакций параметров ДФСГ при ортостатическом воздействии у 7 человек (2-я группа с промежуточными значениями фонового сосудистого тонуса). Значения амплитуды ДФСГ начинали уменьшаться с 1-й секунды ортостатической пробы и уже к 5-й секунде эти различия становятся достоверными ($p < 0.01$) (см. рис. 1А). Максимальная вазоконстрикция сосудов, судя по амплитуде ДФСГ, наблюдается на 15–16-й секундах ортостаза. Это согласуется с данными Л.И. Осадчего [2], по которым максимальная вазоконстрикция возникала через 15–20 секунд от начала ортостатической пробы и сохранялась в течение всего периода ортостаза.

В отличие от представителей 1-й группы, в этом случае максимальная амплитуда ДФСГ уменьшилась на большую величину, т.е. в 2 раза. В первую минуту ортостатического воздействия показатели реактивности максимальной и минимальной амплитуд были очень близки и составили соответственно 48% и 46% ($p < 0.01$). К третьей минуте происходило достоверное уменьшение минимальной амплитуды с 7,6 до 3,5 усл. ед., разница составляла 55%. При этом значения максимальной амплитуды оставались на том же уровне, что и в первую минуту ортопробы (см. рис. 1А). В положении лежа период ИДМ ДФСГ составлял 18 с, на 1-й и 3-й минутах в положении стоя период ИДМ ДФСГ достоверно уменьшался и составлял соответственно 10 с и 11 с ($p < 0.01$).

Интересно отметить, что коэффициент модуляции ИДМ ДФСГ увеличивается только к третьей минуте ортопробы с 34% до 38% ($p < 0.01$), разница составила всего 5%.

Как и в 1-й группе, во 2-й группе на первой минуте ортопробы имело место выпышкообразное повышение активности КГР с 52 кОм до 417 кОм ($p < 0.01$).

Данные о характере периферического пульса у остальных 12-ти испытуемых (3-я группа) представлены на рисунке 1А, Б, В, Г. Максимальная амплитуда ДФСГ уменьшалась на первой минуте ортостатического воздействия в 2,5 раза (с 14 усл. ед. до 5,4 усл. ед.) ($p < 0.01$), реактивность составила 61%. Также отмечено уменьшение минимальной амплитуды ИДМ ДФСГ с 7,6 до 3,6 усл. ед. ($p < 0.01$), разница составила 53%. К первой минуте ортостати-

ческого воздействия в 3-й группе период ИДМ ДФСГ уменьшался в 2,5 раза (с 23 до 9 с). При этом коэффициент модуляции ИДМ ДФСГ снижался к первой минуте с 46 до 32%, т.е. уменьшается на 14% ($p < 0.01$). КГР достигает своего максимума на первой минуте, увеличиваясь со 107 до 495 кОм ($p < 0.01$).

Динамика показателей системного кровообращения во время ортопробы у испытуемых всех групп соответствовала нормальной, частично или полностью восстанавливалась к 15-й минуте.

Со второй минуты ортостатического воздействия период ИДМ ДФСГ, постепенно увеличиваясь, окончательно восстанавливается к 15-й минуте и составляет 17 с ($p < 0.01$). Исследование выявило значимую положительную корреляцию высокой силы ($r = 0,9$; $p < 0.01$) между показателями периода и максимальной амплитуды ИДМ ДФСГ, а также ($r = 0,9$; $p < 0.01$) между показателями периода и минимальной амплитудой ИДМ ДФСГ. На фоне увеличивающегося просвета сосуда наблюдается увеличение периода ИДМ ДФСГ.

Максимальная и минимальная амплитуды ИДМ ДФСГ восстанавливались к 15-й минуте ($p < 0.05$). КМ ИДМ ДФСГ, начиная со второй минуты ортостаза, незначительно ($p < 0.05$) уменьшается, но при этом остается на высоком уровне, равном 37% по сравнению с исходными значениями ($p < 0.01$). Со второй фазы ортопробы активность КГР постепенно падает и к 15-й минуте достигает 198 кОм, что неразличимо ($p < 0.05$) с фоном. Такая же динамика КГР обнаружена и в остальных группах, что связано с постепенным затуханием активного симпатического влияния на потовые железы.

Во 2-й группе (со средними значениями сосудистого тонуса в фоне), начиная с 4-й минуты ортопробы, период ИДМ ДФСГ постепенно восстанавливается и к 15-й минуте составляет 18с ($p > 0.05$), такая же динамика исследуемого показателя наблюдается у 2-й и 3-й групп. Максимальная, а также минимальная амплитуды постепенно восстанавливаются к 15-й минуте ($p > 0.05$). Особый интерес представляет коэффициент модуляции ИДМ ДФСГ, который с 3-й минуты в течение всего оставшегося времени сохраняет высокие значения, равные 37% по сравнению с исходными значениями ($p < 0.01$).

При рассмотрении динамики показателей ИДМ ДФСГ в течение ортопробы в 3-й группе идет процесс восстановления максимальной и минимальной амплитуд ИДМ перифе-

рического пульса, которые к 15-й минуте составляют, соответственно, 7 и 4 усл. ед., т.е. достоверно ниже фоновых значений ($p < 0.05$). Со второй минуты ортопробы наблюдается постепенное увеличение коэффициента модуляции ИДМ ДФСГ, который уже на 10-й минуте достигает 46%, т.е. восстанавливается до исходной величины ($p < 0.01$).

Таким образом, ортостаз является возмущающим воздействием для функциональной системы гемодинамики. В течение первой его фазы имело место повышение АД, компенсаторная активация симпатической нервной системы, учащение ЧСС, резкая вазоконстрикция дигитальных сосудов и параллельно с этим уменьшение периода и амплитуды ИДМ ДФСГ,

а также изменение КМ ИДМ ДФСГ. В 1-й и 2-й группах КМ ИДМ ДФСГ повышался, в 3-й группе – понижался. Такие разнонаправленные реакции объясняются исходно различным уровнем сосудистого тонуса. Во вторую фазу ортопробы происходило постепенное снижение АД вместе с увеличением периода и амплитуды ИДМ ДФСГ, очевидно, вследствие падения тонуса вегетативной нервной системы. Названные параметры восстанавливались к 15-й минуте ортостатического воздействия. При этом изменения КМ ИДМ ДФСГ в период восстановления были разнонаправленными. Во 2-й группе он превышал свои значения в фоне, а в 1-й и 3-й группах повышался до исходного уровня.

Литература

1. Мошкевич В.М. Фотоплетизмография. М., 1970.
2. Осадчий Л.И. Положение тела и регуляция кровообращения. Л., 1982.
3. Аветикян Ш.Т. Фазность компенсаторных реакций сердечно-сосудистой системы при активной ортостатической пробе // Физиология человека. 1983. №2.
4. Лакин Г.Ф. Биометрия. М., 1979.
5. Jepsen H., Gaektgens P. Posturai vascular response is sympathetie vasoconstriction in Human skin during ortostasis // Amer. J. Phisiol. 1995. V. 269, №1.
6. Хессет Д. Введение в психофизиологию. М., 1976.