ПЛАН

#### Введение……………………………………………………………………… 3

Часть 1. Зависимость производительности сердца от интенсивности трудового процесса……………………………………………………… 4

Часть 2. Изменение артериального давления при работах разной мощности……………………………………………………………………16

Часть 3. Электрокардиографические показатели у конькобежцев и гимнастов при разных уровнях физической нагрузки ………………………………………………………………21

Заключение………………………………………………………………23

Список использованной литературы…………………………………………………25

Приложения……………………………………………………………………………26

ВВЕДЕНИЕ

#### Тема моей курсовой работы – «Изменение частоты сердечных сокращений и артериального давления при работах разной мощности». Исследования в данной области особенно актуальны в условиях современного развития спорта и туризма. Коммерциализация спортивной сферы зачастую неблагоприятно отражается на здоровье спортсменов, вынуждая их «работать на износ». Предстоит определить барьер, разделяющий сферы нагрузки и перегрузки и одним из факторов, играющий роль при этом разделении является частота сердечных колебаний и показатель артериального давления.

Курсовая работа логически разделена на три главы. В первой главе рассматривается зависимость производительности сердца от интенсивности труда. Первая глава – основополагающая; в ней приводятся конкретные данные по исследованиям спортивных коллективов. Вторая глава посвящена изменениям артериального давления при работах разной мощности. Третья глава является специально-практической и в ней приводятся данные оценки электрокардиографических изменений у отдельных групп спортсменов (конькобежцев и гимнастов).

Для написания курсовой работы я использовал литературу по курсам «Спортивная медицина», «Физиология» и «Кардиология». Взаимосвязь этих предметов объясняется выбранной мною темой. Особенно хотелось бы выделить сборник Н.Н. Асафовой «Состояние вегетативных функций при физической работе и работоспособность человека», сборник «Функциональные изменения в организме при мышечной деятельности», изданный в 1987 г. в Алма-Ате, а также книгу Меркуловой Р.А., Хрущева С.В., Хельбина В.Н. «Возрастная кардиогемодинамика у спортсменов». Эти издания послужили главной практической базой работы.

Часть 1. Зависимость производительности сердца от интенсивности трудового процесса.

С увеличением мощности выполняемой работы увеличивается производительность сердца. Особый интерес представляют механизмы, обеспечивающие это увеличение. Как выяснилось, у нетренированных спортсменов с различной физической подготовленностью, различного возраста особую роль в нарастании минутного объема кровообращения при мышечной работе повышающейся мощности играет систолический объем крови. Ниже приведена таблица, характеризующая зависимость показателей кардиогемодинамики у нетренированных (1) и тренированных (2) подростков 13-16 лет от мощности мышечной работы (N)[[1]](#footnote-1)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Показатель | Тренированность | Уровень регрессии |
| Частота сердечных сокращений, уд/мин | 12 | 0,102N+87 (1)0.08N+86 (2) |
| Систолических объем крови, мл | 12 | 0.035N+60.5 (3)0.04N+65.5 (4) |
| Минутный объем крови, л/мин | 12 | 0.012 N+4.8 (5)0.012 N+4.8  |
| Длительность периода изгнания, м/с | 12 | 209-0.12N (6)209-0.099 (7) |
| Скорость сердечного сброса, мл/с | 12 | 0.68N+210 (8)0.68N+210 |

Показатели кардиогемодинами, кроме систолического объема крови, при мышечной работе повышающейся мощности изменяются в линейной зависимости от мощности выполняемой мышечной нагрузки. Такая взаимосвязь изучаемых показателей позволяет рассчитать их значение в широком диапазоне мощностей. Сравнения уравнения 1 с подобными уравнениями у нетренированных детей и подростков, показало, что у нетренированных мальчиков 11-12 лет прирост частоты сердечных сокращений на каждые 100 кгм/мин мощности составляет 13,3 уд/мин, в то же время у подростков 13-16 лет – 10,2 уд/мин. Иными словами, у наблюдаемых подростков, частота сердцебиений нарастает медленнее, чем у мальчиков 11-12 лет (в изучаемом диапазоне мощностей). Это можно объяснить более высокими функциональными возможностями аппарата кровообращения подростков 13-16 лет, физическая работоспособность которых почти в 1,5 раза превышает работоспособность детей 11-12 лет. «Систематические занятия спортом приводят к экономизации сердечной деятельности, что выражается прежде всего в снижении частоты сердечных колебаний».[[2]](#footnote-2) Во всем диапазоне применявшихся нагрузок частота сердечных сокращений у юных спортсменов на 10-20 уд/мин ниже, чем у нетренированных сверстников.

Зная частоту сердечных сокращений и подставив значения в указанные выше уравнения, можно рассчитать мощность выполняемой физической нагрузки. Например, пр частоте сердечных сокращений 120 уд/мин у подростков 13-16 лет мощность нагрузки будет равна:

120 = 0,102 N + 87

N = 323 кгм\мин

При выполнении возрастающей физической нагрузки систолический объем крови у 13-16 летних нетренированных подростков имеет линейную зависимость вплоть до нагрузки 700 кгм/мин, а у тренированных сверстников – до 850 кгм/мин. Максимальная величина систолического объема крови составила у нетренированных 84 мл, у тренированных 100 мл, а частота сердечных сокращений у всех подростков была практически одинаковой (158, 154 уд/мин).

У нетренированных подростков максимальная величина систолического объема крови при данной нагрузке увеличивается в 1,5-1,75 раза по сравнению с данными покоя, зарегистрированными в положении сидя. С нарастанием физической нагрузки у четверти из них отмечается снижение, у четверти – прирост, а у половины – стабилизация систолического объема крови. Несмотря на разницу в значениях систолического объема крови у нетренированных и тренированных подростков повышение минутного объема крови уже при нагрузке умеренной мощности происходит менее экономично, чем у тренированных спортсменов. Отмечаются незначительные различия (в среднем 0,015) в длительности периода изгнания крови из левого желудочка у юных спортсменов и их нетренированных сверстников, что обусловлено неодинаковой частотой сердечных сокращений.

Отмечаются некоторые особенности кардиогемодинамики при выполнении мышечной работы различной мощности у юных спортсменов в связи с различным характером спортивных тренировок. «Наблюдаем две большие группы подростков: борцов и пловцов. Разница в абсолютных значениях минутного объема крови у подростков двух групп нивелировалась при расчете относительного показателя – сердечного индекса – величины минутного объема крови, отнесенной на 1 м² поверхности тела. Это объясняется, таким образом, только различиями в антропометрических данных подростков».[[3]](#footnote-3)

При изучении характера адаптации кардиогемодинамики подростков, тренирующихся преимущественно на выносливость (плавание) или развитие скоростно-силовых качеств, отмечаются различия в степени изменения систолического объема крови при выполнении мышечной работы возрастающей мощности – от 300 до 1000 мг/мин. Мощность мышечной работы, при которой наступает максимилизация систолического объема крови у подростков, растет с повышением выносливости. Так, у юных борцов она лишь на 50 кгм/мин выше, чем у нетренированных сверстников и составляет 750 кгм/мин, в то время как у пловцов максимум систолического объема крови отмечается при 900 кгм/мин. У них зарегистрированы и более высокие показатели скорости сердечного выброса. Эта разница составляет в среднем 80-120 мл/с, хотя длительность изгнания крови из левого желудочка у подростков с разной степенью выносливости оказалась одинаковой. Можно подумать, что полученные величины скорости сердечного выброса у этих подростков при работе равной мощности отражают неодинаковый уровень их функциональных возможностей. Специфические изменения показателей гемодинамики у подростков, тренирующихся преимущественно на выносливость или развитие скоростно-силовых качеств, свидетельствуют о наличии разных путей адаптации системы кровообращения. Оптимизация кровообращения при непредельных нагрузках у подростков с ростом выносливости осуществляется путем реципрокности взаимоотношений между частотой сердечных сокращений и величиной систолического объема крови.

Возрастная адаптация сердечно-сосудистой системы к мышечной нагрузке изучена еще недостаточно полно, особенно у подростков-спортсменов 13-16 лет.

Согласно общепризнанным данным, средние величины минутного объема крови у спортсменов 15-16 лет лишь незначительно (на 0,5-1,5 л/мин) ниже, чем у взрослых. Использование относительного показателя позволило подтвердить ту точку зрения, что эти изменения имеют скорее морфологическую, чем функциональную природу, так как обусловлены различиями в тотальных размерах тела подростков. Систолический объем крови максимизируется при мощности выполняемой работы 650 кгм/мин у 13-летних подростков, 750 кгм/мин у 14-летних, 850 кгм/мин у 15-летних, 950 кгм/мин у 16-летних. Частота сердечных сокращений снижается на каждые 100 кгм/мин с 11,3 уд/мин у 13-летних до 8,1 уд/мин у 16-летних спортсменов. Однако при разработке стандартов основных физиологических показателей для детей и подростков, занимающихся спортом, кроме паспортного целесообразно учитывать и биологический возраст.

Известно, что «… происходящая в период полового созревания перестройка функционирования эндокридного аппарата оказывает значительное влияние на состояние сердечно-сосудистой системы, изменяя характер приспособительных механизмов и адаптивных реакций в ответ на мышечную нагрузку. Так, частота сердечных сокращений у юных спортсменов находится в обратной зависимости от степени их индивидуального полового созревания. Систолический объем крови увеличивается по мере возрастания мощности мышечной работы. Это наиболее выражено у подростков-акселератов, у ретардантов менее существенно».[[4]](#footnote-4)

При выполнении интенсивной мышечной работы одинаковой мощности значения минутного объема крови у спортсменов-акселератов оказались выше соответствующих показателей у их сверстников-ретардантов, причем нарастание происходило больше за счет систолического объема крови. Частота сердечных сокращений у акселератов имела тенденцию к менее выраженному росту, вероятно за счет более рациональной приспособительной реакции аппарата кровообращения к мышечной работе. Мощность при которой систолический объем крови достигает максимума, прямо пропорциональна половой зрелости.

Таким образом, адаптационные реакции аппарата кровообращения у юных спортсменов при выполнении мышечной работы зависят и от их биологического возраста. Причем некоторые различия в адаптационных реакциях обусловлены, по-видимому, функциональными причинами, а минутный и отчасти систолический объем крови зависят от морфологических особенностей организма юных спортсменов с разной степенью полового созревания. К морфологическим особенностям относятся, прежде всего, размеры тела подростков. Так, при работе одинаковой мощности частота сердцебиений у акселератов меньше на 8-15 уд/мин, систолический объем – на 15-20 мл, минутный объем крови – на 1-1,5 л/мин, скорость сердечного выброса – на 100-120 мл/с. Сердечный и ударный индексы, длительность периода изгнания крови из сердца оказались приблизительно одинаковыми. Мощность нагрузки при которой систолический объем крови достигал максимума различалась на 200 кгм/мин.

Проведено исследование двух групп спортсменов. Они выполняли нагрузку повышающейся мощности в диапазоне от 500 до 2000 кгм/мин. Физическая работоспособность, рассчитанная по формуле В.Л. Карпмана, составила у спортсменов первой группы 1481 кгм/мин, у второй – 1964 кгм/мин. Приведенные в приложении 1 данные показывают, что с повышением мощности выполняемой работы происходит отчетливое увеличение минутного объема крови. При мышечной работе умеренной мощности величина минутного объема крови по сравнению со значением в покое утраивается. При дальнейшем повышении мощности мышечной работы отмечается последовательное увеличение значений минутного объема крови. Взаимосвязь между мощностью выполняемой работы (от 500 до 1700 кгм/мин) и величиной минутного объема крови может быть представлена как линейная. Она существенно не зависит от физической подготовленности и выражается уравнением:

Q = 0,014 N + 5,0 ,

где Q – минутный объем крови (л/мин); N – мощность мышечной работы (кгм/мин).

Максимальная индивидуальная величина минутного объема крови среди спортсменов первой группы была зарегистрирована у борца, мастера спорта (возраст 22 года, масса тела 72 кг, рост 172 см), и составила 34,06 л/мин. Величины минутного объема крови, превышающие 30 л/мин были зарегистрированы еще у двух спортсменов. Среднее значение минутного объема крови, полученное нами при мощности работы 1500 кгм/мин, - 25,88 л/мин – было близко к средним данным. У спортсменов второй группы при мышечной работе мощностью 2000 кгм/мин, значения минутного объема крови были в тех же пределах 23,6-31,4 л/мин. Средняя величина при этом составила 28,9 л/мин. С повышением мощности выполняемой работы увеличивается продукция СО2. Так, выделение углекислоты при работе 2000 кгм/мин составляет в среднем 4208,8 л/мин, а максимальное индивидуальное значение – 4582,5 мл/мин.

Коснемся изменения артериального давления. «Согласно общепризнанным данным, при повышении мощности выполняемой работы нарастание веноартериальной разницы происходит двумя путями: повышением напряжения CO2 в артериальной крови наблюдалось нами не всегда».[[5]](#footnote-5) У спортсменов, выполняющих нагрузки мощностью 600 и 1300 кгм/мин, наблюдался незначительный рост концентрации CO2 в артериальной крови. Таким образом, при выполнении нагрузок повышающейся мощности изменения напряжения CO2 в артериальной крови не всегда носят однотипный характер. Напряжения CO2 в артериальной крови снижается с 61% случаев при повышении мощности выполняемой работы с 600 до 1300 кгм/мин и 53,3% случаев – при повышении мощности с 1000 до 1500 кгм/мин. Таким образом, у большинства обследованных спортсменов концентрация CO2 в артериальной крови снижалась при повышении мощности выполняемой нагрузки. Наряду с этим возросло напряжение CO2 в смешанной венозной крови. Если в условиях покоя напряжение углекислого газа составляло 49,8 мм рт.ст., то при работе 500-600 кгм/мин – 63-64,3 мм рт.ст. Максимальное напряжение углекислого газа в смешанной венозной крови было получено у двух спортсменов: футболиста первого разряда и конькобежца-перворазрядника при выполнении работы мощностью 1500 кгм/мин (оно составило 84,7 мм рт.ст.).

Следовательно, с повышением мощности выполняемой работы у взрослых спортсменов происходит значительное нарастание напряжение углекислого газа в смешанной венозной крови. Снижение напряжения углекислого газа в артериальной крови наблюдается у большинства обследуемых: в покое 67,1 газа на 1 л крови, при работе 500 и 600 кгм/мин – 91 и 103,4 мл газа на 1 л крови. С повышением мощности выполняемой работы происходит дальнейший рост значений веноартериальной разницы.

По мере нарастания минутного объема крови возрастает и частота сердечных сокращений. Несколько иной и более сложный характер имеют изменения систолического объема крови (см. Приложение 2). При легкой мышечной работе мощностью 500-600 кгм/мин отмечается существенное его увеличение, то есть нарастание минутного объема крови в этих условиях происходит как за счет учащения сердечных сокращений, так и за счет увеличения систолического объема крови. С повышением же мощности выполняемой работы до 1000 кгм/мин и больше, изменения систолического объема крови становятся незначительными. При увеличении мощности выполняемой работы от 1000 до 1500 кгм/мин и от 1300 до 2000 кгм/мин разница между средними величинами систолического объема крови незначительна.

При анализе индивидуальных данных[[6]](#footnote-6) оказалось, что в большинстве случаев имеется именно такая зависимость систолического объема крови от мощности выполняемой работы. У четырех спортсменов первой группы величина систолического объема крови при работе 1300 и 1500 кгм/мин относительно уменьшалась по сравнению со значениями, зарегистрированными при предыдущей мощности работе, причем у 2 спортсменов это компенсировалось учащением сердечных сокращений до 200 и 207 уд/мин. В то же время у двух спортсменов второй группы, наоборот, отмечено постепенной нарастание систолического объема крови по мере увеличения мощности мышечной работы. Так, например, максимальное значение систолического объема крови у одного из них достигло 191,2 мл при работе мощностью 2000 кгм/мин. У 2 других спортсменов этой группы отмечалось снижение систолического объема крови при выполнении работы той же мощности.

Полученные данные показывают, что у взрослых спортсменов систолический объем крови не принимает существенного участия в адаптационной регуляции величины минутного объема крови при интенсивной мышечной работе.

При работе малых мощностей (500-600 кгм/мин) сократимость миокарда не повышается до максимальных значений. «К этому времени еще сохраняются возможности для более полного исследования резидуального объема крови, и, следовательно, дальнейшего увеличения систолического объема крови. Во время же работы большой и субмаксимальной мощностей контрактильность миокарда становиться максимальной, следовательно обеспечивается полное использование резидуального объема крови и достигается максимальный систолический объем крови».[[7]](#footnote-7)

В связи с увеличивающимся сердечным выбросом, вызванным физической нагрузкой, возникает необходимость более быстрого опорожнения сердца. В серии исследований, проведенных в лаборатории спортивной кардиологии было показано, что при мышечной работе возрастающей мощности длительность периода изгнания крови из левого желудочка уменьшилась достаточно существенно. Это должно было бы неблагоприятно сказаться на производительности сердца, если бы при физической нагрузке не начали функционировать специальные компенсирующие механизмы. Показателем их активности является увеличение скорости сердечного выброса.

По мере укорочения длительности периода изгнания пропорционально мощности выполняемой нагрузки растет и скорость сердечного выброса, достигая наибольшей величины при работе 1500 и 2000 кгм/мин. Если в состоянии покоя скорость сердечного выброса колебалась в пределах 120,4-435 мл/с, то максимальное ее значение во время мышечной работы составило 1520 мл/с. Такое значение зарегистрировано у мастера спорта по классической борьбе, 20 лет, имеющего и максимальные значения минутного и систолического объема крови.

В среднем при субмаксимальной мышечной работе мощностью 2000 кгм/мин сердечный выброс ускоряется в 4,4 раза по сравнению с данными полученными в покое. Значительное увеличение этого параметра объясняется как укорочением периода изгнания, так и увеличением систолического объема крови и служит объективным показателем роста инотропизма миокарда при физической нагрузке.

Другим механизмом, компенсирующим укорочение периода изгнания является ускорение кровотока. Линейная скорость кровотока в покое находилась в пределах от 53,1 до 153,2 см/с. С повышением мощности выполняемой работы она прогрессивно возрастает, достигая при работе 2000 кгм/мин значений 503 см/с (десятиборец первого разряда, 17 лет).

До настоящего времени остается невыясненным, приводит ли увеличение скорости сердечного выброса и объема сердечного выброса при мышечной работе к соответствующему увеличению кинетической энергии потока крови в аортальной компрессионной камере. Дело в том, что в условиях покоя почти вся внешняя работа сердечного сокращения затрачивается на расширение стенок аортальной компрессионной камеры и лишь незначительная часть этой работы непосредственно затрачивается на продвижение столба крови по артериям во все систолы. Это наиболее экономная форма расходования энергии сокращения миокарда. Однако она не вполне эффективна для многократного ускорения циркуляции крови во время мышечной работы. По мере нарастания мощности выполняемой работы прогрессивно увеличивается кинетическая энергия сердечного выброса. Если во время работы малых мощностей (500-600 кгм/мин) кинетическая энергия повышается более чем в 9 раз, то при работе 2000 кгм/мин – уже в 58 раз по сравнению с величиной в покое. Максимальное значение составило 2,16 Дж.

Эти данные со всей очевидностью свидетельствуют о том, что при мышечной работе существенно изменяется характер расходования сердечного сокращения. Значительная часть этой энергии начинает расходоваться непосредственно на продвижение крови уже во время систолы. Можно подумать, что увеличение кинетической энергии сердечного выброса является важнейшим механизмом, обеспечивающим высокую скорость кровотока во время мышечной работы и, следовательно скорость транспорта кислорода и углекислоты.

«Известно, что в естественных условиях тренировочных занятий выполняемая работа (ходьба, бег, плавание) преимущественно умеренной мощности, поэтому представляет большой интерес изучение ряда кардиогемодинамических показателей в лабораторных условиях при выполнении мышечной работы умеренной мощности. Это позволяет проследить истинные кардиогемодинамические реакции у взрослых спортсменов и выявить особенности адаптации кровообращения у лиц разных спортивных специализаций на одну и ту же нагрузку, равную 1000 кгм/мин».[[8]](#footnote-8) Однако, в виду ограниченности объема курсовой работы заключим что, при одной и той же мышечной работе сердце хорошо тренированного спортсмена более экономно расходует энергию по выбросу крови, следовательно производительность сердца у него ниже.

Часть 2. Изменение артериального давления при работах разной мощности.

В сосудистом русле при физической нагрузке происходит перераспределение кровотока между различными бассейнами. При динамической работе кровоток в сокращающихся мышцах увеличивается почти в 30 раз, почти в 4 раза возрастает коронарный кровоток. Количество притекающей крови в мозг меняется незначительно. В то же время уменьшается приток крови к органам желудочно-кишечного тракта и почкам. В крови кровоток возрастает при легких и снижается при тяжелых нагрузках.

В кровеносных сосудах работающих мышц решающую роль начинают играть процессы саморегуляции, вызывающие, так называемую «рабочую гиперемию». Считается, что ее происхождение связано как с действием химических факторов: накоплением продуктов метаболизма, повышением напряжения углекислого газа и снижением напряжения кислорода, закислением крови и лимфы, так и с гистомеханическими процессами, то есть с реакциями гистологических элементов внутримышечных артериальных сосудов на механические факторы микро- и макродеформации, возникающие при изменении скорости кровотока и сокращении поперечнополосатых мышщ. В результате этизх местных изменений происходит дилятация сосудов и переполнение их кровью – состояние гиперемии.

Центральные механизмы регуляции сосудистого тонуса, напротив, направлены преимущественно на повышение сосудистого тонуса. «Под влиянием физической работы происходит увеличение жесткости стенок магистральных артерий, уменьшение кровотока в неработающих мышцах, усиление тонуса венозных сосудов».[[9]](#footnote-9)

В усилении мышечного кровотока решающее значение имеет именно ритмичность сокращения скелетных мышц, наблюдающееся при динамической работе. При статической работе, когда сосуды сокращающихся мышц сдавлены, а в неработающих органах сужены, наблюдается рост общего периферического сопротивления сосудов (ПСС), в то время как при динамической работе ПСС снижается.

Сокращающиеся скелетные мышцы сами могут вызвать выраженные гемодинамические эффекты, которые получили название «мышечного насоса» и «периферического» или «внутримышечного сердца». Усилению кровотока пр этом способствует повышение внутрисосудистого давления в сдавливаемых мышцами сосудах (до 200 мм рт.ст.) и анатомические особенности вен, расположенных в конечностях, карманообразные выросты которых обеспечивают односторонность продвижения крови к сердцу.

Феномены «внутримышечного сердца» и «мышечного или венозного насоса» отличаются по природе. В основе действий «венозной помпы» лежит увеличение кровотока при сдавливании вен между мышцами или между мышцами и костью. Этот механизм действует только при ритмических мышечных сокращениях, в то время как, «внутримышечное сердце» обеспечивает продвижение крови и при ритмических и при статических мышечных сокращениях. В целом можно заметить, что способность скелетных мышц наравне с сердцем участвовать в гемодинамических эффектах, очевидно лежит в основе благоприятного действия мышечных нагрузок на функции сердечно-сосудистой системы.

Сердечные и сосудистые реакции на физическую нагрузку находят отражение в изменении интегративных показателей кровооращения: минутного объема кровообращения и кровяного давления.

Системное артериальное давление под влиянием физической работы повышается. Пр этом систолическое артериальное давление растет до 130-250 мм рт. ст., а диастолическое артериальное давление – до 78-100 мм рт. ст. (в случае субмаксимальных физических нагрузок). Среднее давление достигает 99-167 мм рт. ст. Статические нагрузки вызывают более значительный рост диастолического артериального давления.

Суммарный показатель интенсивности кровообращения – минутный объем – по сравнению с состоянием покоя (около 5 л/мин) возрастает до 25 л/мин, а у хорошо тренированных людей может достигать даже 30-40 л крови в минуту. Несмотря на значительность этого прироста, он все же уступает масштабам сдвигов в дыхательной системе.

При статической работе или же не происходит изменения МОК, или же происходит незначительное его увеличение. При этом также практически не увеличивается потребление кислорода, а после окончания статической нагрузки – резко растет вместе с увеличением МОК. Это явление, описанное в 20-х гг., получило название «феномен Лингарда», по имени описавшего его автора. Последующие исследования этого явления показали, что сразу же после конца статической работы МОК кратковременно уменьшается, по видимому, за счет увеличения емкости кровяного русла, сдавливавшегося мышцами и уменьшения венозного возврата.

А.Н. Меделяновский предложил качественно новый метод исследования влияния работ различной мощности на изменение артериального давления. До этого времени все методы основывались на оценке физической работоспособности на основании исследования одного или двух физиологических показателей. А.Н. Меделяновский отметил – «… бесспорно, что такая сложноорганизованная биологическая система как организм человека обладает целым рядом адаптаций к физической нагрузке, которые у разных лиц могут быть развиты в различной степени и остаются неучтенными при одноплановой оценке состояния человека».[[10]](#footnote-10) В основе метода А.Н. Меделяновского лежат представления академика П.К. Анохина об организме, как саморегулирующейся иерархии функциональных систем, полезным приспособительным результатом которой является поддержание фоновых физиологических показателей на уровне, адекватном обменным потребностям организма, и представления о явлении оптимума в физиологических процессах. Так, например, у людей со сниженными функциональными возможностями сердца эффективность функционирования системы обеспечивается усилением функционирования органов дыхания и снижением периферического сопротивления сосудов. Поэтому для характеристики эффективности системы предлагается использовать синтетический показатель, основанный на произведении минутного объема дыхания (МОД), минутного объема кровообращения (МОК) и периферического сопротивления сосудов (ПСС). Учитывая, что величина МОК может быть выражена через показатели сердечного выброса (СВ) и частоты сердечных сокращений (ЧС), а ПСС – через величину артериального давления (АД), это выражение может быть преобразовано в ряд других. В частности предложены следующие расчетные показатели:

ИПЭ = VO2 / АДср, где

ИПЭ – интегральный показатель эффективности системы, а

VO2 определяется по содержанию кислорода в выдыхаемом воздухе. Зная эти два показателя можно вывести из формулы величину среднего артериального давления при заданном уровне интегрального показателя эффективности системы и потребления кислорода:

АДср = VO2 / ИПЭ

Существует и другая формула, определяющая интегральный показатель системы через объем кислорода в выдыхаемом воздухе, среднее артериальное давление, минутный объем кровообращения, периферическое сопротивление сосудов и минутный объем дыхания. Формула выглядит следующим образом:

ИПС = VO2 • (АДср • МОК • ПСС)/ МОД

Следует отметить, что при оптимальном уровне работы системы показатель ИПС имеет минимальное значение.

Итак, методика использования системно-количественного анализа работоспособности заключается в следующем: у испытуемых регистрируют следующие параметры: артериальное давление, содержание кислорода в выдыхаемом воздухе, а при наличии технической возможности также реоплетизмограмму, ЭКГ, пневмограмму, с помощью которых можно зарегистрировать МОД, ЧСС, СВ, ЧД (частоту дыхания). Испытуемому предлагают выполнить тестовые нагрузки (2 тестовые нагрузки с продолжительностью по 5 минут или непрерывно возрастающую нагрузку с продолжительностью каждой ступени мощности по 3 мин. Высоту ступени предлагается установить равной 3,1 Вт/кг массы тела. При каждом новом уровне нагрузки рассчитывается величина ИПЭ.

Первоначально величина показателя уменьшается и удерживается некоторое время на постоянном уровне (см. Приложение 3). Величину нагрузки (в Вт), при которой ИПЭ достигает минимального значения и считают критерием физической работоспособности.

Часть 3. Электрокардиографические показатели у конькобежцев и гимнастов при разных уровнях физической нагрузки.

«Электрокардиографические исследования приобрели всеобщее признание и стали обязательными в комплексной методике врачебного контроля за спортсменами. Однако в оценке ряде электрокардиографических изменений у спортсменов есть спорные моменты: одни исследователи отклонения от клинических нормативов считают вариантом нормы, другие относят к числу предпатологических и патологических изменений».[[11]](#footnote-11) Обобщая результаты электрокардиографических исследований на нагрузку, следует сказать, что наиболее благоприятная реакция отмечалась у юных спортсменов без каких-либо ЭКГ изменений в покое. Физиологическая реакция на нагрузочное тестирование наблюдалась у юных конькобежцев с такими отклонениями от клинических нормативов, как разброс длительности межсистолических интервалов свыше 0,30 сек., синусовая бракардия, миграция водителя суправентрикулярного ритма, частичная блокада правой ножки пучка Гиса, отрицательные зубцы Т и двухфазные R в правых грудных отведениях, постоянные высокие зубцы Т в грудных отведениях со сглаженностью различий в высоте при отсутствии других ЭКГ отклонений.

В.К. Тулаев в своей статье сетует на то, что «большинство авторов в исследованиях на гимнастах применяли электрокардиографическую методику в основном для выявления физиологических и патологических изменений в сердце, в то время как работ, где использовали бы показатели ЭКГ для определения тренированности и влияние физических нагрузок на изменение частоты сердечных сокращений и артериального давления, мы не нашли».[[12]](#footnote-12) Проведенный анализ ЭКГ показал, что в покое изучаемые величины у гимнастов 15-16 лет разной квалификации существенно не отличались, внутрисердечное проведение и электрическая диастола в обеих группах незначительно увеличилась после статической пробы. Кроме того, в группе в группе с высокой тренированностью отмечались несколько большие величины сердечной систолы и длительности сердечного цикла, а у гимнастов с низкой тренированностью наблюдалось небольшое увеличение времени предсреднежелудочкового проведения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итак, влияние физической нагрузки четко прослеживается как в изменениях системных показателей, так и в региональных процессах кровообращения. Основными направлениями сдвигов центральной гемодинамики является повышение артериального давления, увеличение минутного объема кровотока, снижение периферического сопротивления сосудов, возрастание частоты сердечных сокращений и величины ударного объема сердца (сердечный выброс). Однако характер выполняемой работы сильно влияет на как на интенсивность этих сдвигов, так и на состояние отдельных показателей.

Влияние физической нагрузки на деятельность сердца, прежде всего выражается, в увеличении частоты сердченых сокращений. Изменяется также сокращение сердечной мышцы: происходит укорочение всех фаз сердечного цикла, возрастает энергия мышечного сокращения. В результате этих перестроек увеличивается объем выбрасываемой сердцем крови за один цикл и за минуту. Так, с 70 мл крови в покое сердечный выброс возрастет до 150-200 мл при физической нагрузке.

Основным механизмом активизации частоты сердечных сокращений при физической работе, считают снижение тонуса блуждающих нервов и увеличение симпатических влияний на сердце. Интересно отметить, что снижение вагусного тонуса происходит несмотря на повышение артериального давления в магистральных сосудах и, следовательно, усиление потока афферентных сигналов от баррорецепторов. По-видимому, во время работы происходит появление обуздывающих рефлекторных воздействий этих сосудистых рефлексогенных зон.

Увеличению сократимости сердца и возрастанию сердечного выброса кроме центральных нейрогенных влияний содействует также увеличение объема притекающей венозной крови.

Список использованной литературы.

1. Арчнин Н.И., Недвецкая Г.И. Внутримышечное периферическое сердце. – Минск,1974.
2. Асафова Н.Н. Состояние вегетативных функций при физической работе и работоспособность человека. – Горький,1989.
3. Виноградов М.И. Физиология трудовых процессов. – М.,1966.
4. Карпман В.Л., Белоцерковский З.Б., Гудкова И.А. Тестирование в спортивной медицине. – М.,1988.
5. Меделяновский А.Н. Системно-количесвенный анализ работоспособности. – М.,1980.
6. Мустафина Т.К., Кнорр В.И., Дунаева З.К., Кудрина Н.И. К вопросу оценки некоторых электорокардиографических изменений у юных конькобежцев. // Функциональные изменения в организме при мышечной деятельности. – Алма-Ата,1987.
7. Решетюк А.Л. Физиологический аспект ускорения. // ЭКО,1988. - № 6.
8. Тулаев В.К. Электрокардиографические показатели в соревновательном периоде у гимнастов (15-16 лет). // Функциональные изменения в организме при мышечной деятельности. – Алма-Ата,1987.
9. Фарфель В.С. Управление движениями в спорте. – М.,1975.
10. Физиология кровообращения. Регуляция кровообращения. – Л,1986.

Приложение 1

Изменение минутного объема крови (Q), систолического объема (Qs) и частоты сердечных сокращений (f) при увеличении мышечной работы (N)

Приложение 3.

Динамика ИПЭ у юных футболистов

1. Меркулова Р.А., Хрущев С.В., Хельбин В.Н. Возрастная кардиогемодинамика у спортсменов. – М.,1989. – с. 56. [↑](#footnote-ref-1)
2. Фарфель В.С. Управление движениями в спорте. – М.,1975. – с. 71. [↑](#footnote-ref-2)
3. Меркулова Р.А., Хрущев С.В., Хельбин В.Н. Возрастная кардиогемодинамика у спортсменов. – М.,1989. – с. 59. [↑](#footnote-ref-3)
4. Аричнин Н.И., Недвецкая Г.И. Внутримышечное периферическое сердце. – Минск,1974. – с. 183. [↑](#footnote-ref-4)
5. Решетюк А.Л. Физиологический аспект ускорения. // ЭКО,1988. - № 6. – с. 212. [↑](#footnote-ref-5)
6. Анализ проведен М.И. Виноградовым (Виноградов М.И. Физиология трудовых процессов. – М.,1966. – с. 254. [↑](#footnote-ref-6)
7. Карпман В.А., Белоцерсковский З.Б., Гудков И.А. Тестирование в спортивной медицине. – М.,1988. – с. 60-61. [↑](#footnote-ref-7)
8. Физиология кровообращения. Регуляция кровообращения. – Л.,1986. – с. 90. [↑](#footnote-ref-8)
9. Асафова Н.Н. Состояние вегетативных функций при физической работе и работоспособность человека. – Горький,1989. –с. 22. [↑](#footnote-ref-9)
10. Меделяновский А.Н. Системно-количесвенный анализ работоспособности. – М.,1980. – с. 39. [↑](#footnote-ref-10)
11. Мустафина Т.К., Кнорр В.И., Дунаева З.К., Кудрина Н.И. К вопросу оценки некоторых электорокардиографических изменений у юных конькобежцев. // Функциональные изменения в организме при мышечной деятельности. – Алма-Ата,1987. – с. 48. [↑](#footnote-ref-11)
12. Тулаев В.К. Электрокардиографические показатели в соревновательном периоде у гимнастов (15-16 лет). // Функциональные изменения в организме при мышечной деятельности. – Алма-Ата,1987. – с. 51. [↑](#footnote-ref-12)