

7А.06 4510.21

T191

*Библиограф*

*М*

ТАРТУСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

*Келлеру  
14.01.71г*

Г. М. ТАРАСОВА

**РЕГИОНАРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КРОВЯНОГО ДАВЛЕНИЯ  
И УПРУГО-ВЯЗКОГО СОСТОЯНИЯ СТЕНОК АРТЕРИЙ  
ПОД ВЛИЯНИЕМ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК  
У СПОРТСМЕНОВ**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

ТАРТУ 1970

Работа выполнена на кафедре физиологии Государственного  
института физической культуры им. П. Ф. Лесгафта  
(г. Ленинград)

Научный руководитель  
доктор медицинских наук В. В. ВАСИЛЬЕВА

Официальные оппоненты:

доктор медицинских наук, профессор Ю. И. ДАНЬКО  
кандидат биологических наук, доцент А. А. ВИРУ

Дополнительный отзыв дает Ленинградский научно-иссле-  
дательский институт физической культуры

Автореферат разослан " 11 " сентяб. 1970 г.

Защита диссертации состоится " 11 " сентяб. 1971 г.  
на заседании медицинского факультета Тартуского Государствен-  
ного университета по присуждению ученых степеней в области  
физической культуры и спорта.  
(г. Тарту, ул. Юликооли, 18, главное здание ТГУ)

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке  
Тартуского Государственного университета.

Ученый секретарь ТГУ

*И. Маароос*  
(И. МААРООС)

Морфологические и функциональные изменения сердечно-сосудистой системы играют большую роль в адаптации организма к различным условиям существования, в том числе - к напряженной мышечной деятельности. В физиологии спорта широко распространена тенденция судить о функциональном состоянии циркуляторного аппарата главным образом, по показателям деятельности сердца. Периферическому же звену системы органов кровообращения уделяется при этом меньше внимания. Между тем, изучение его может дать ценную информацию о путях приспособления организма к мышечной деятельности.

Известно, что повышенная потребность работающих мышц в кислороде обеспечивается усилением их кровоснабжения. Этот процесс обусловлен не только повышением общей объемной скорости кровотока, но и сосудистыми реакциями, обеспечивающими перераспределение циркулирующего объема крови. По некоторым представлениям именно сосудистые реакции, т.е. расширение сосудов в работающей скелетной мускулатуре, задавая объем венозного кровообращения, приводят к форсированию насосной функции сердца. В этом плане сосудистые реакции являются важнейшим звеном наиболее мощной системы управления общей гемодинамикой организма. /В.М.Хайтин, 1970/.

Механизмы усиления притока крови к работающим органам достаточно подробно изучены на животных. У человека же, в связи с методическими трудностями, исследование периферического кровообращения чаще всего ограничивалось определением объема работающих конечностей при помощи плетизмографии /Barcroft, 1953; В.В.Орлов, 1961; Petersen, 1968; П.П.Озолин и Э.Б.Порцик, 1970 и др./ и измерением системного кровяного давления. Лишь в последние годы эти материалы были расширены за счет данных, полученных путем применения изотопов /И.А.Ойвин, 1958; Vogel, 1968; Gagnon, 1970/, реографии /Х.Х.Яруллин, 1967; Г.В.Мелленберг, 1967; Г.В.Мелленберг, П.П.Озолин, Э.Б.Порцик, 1969; М.А.Ронкин, 1969 и др./ и других методов.

О кровоснабжении активных органов можно судить по функциональному состоянию стенок магистральных артерий, дебит которых обеспечивает необходимый объем регионарного кровотока. Функциональное состояние сосудистых стенок обычно определяется скоростью распространения пульсовой волны. Немногочисленные литературные данные об этом показателе у спортсменов противоречивы. Одни авторы отмечают уменьшение скорости распространения пульсовой волны по артериям под влиянием систематической мышечной деятельности /Ю.И.Кузнецов, 1956, 1958; 1959; Е.Ф.Ляха-

чевская, 1957, 1959, а, б; М.И.Слободянок, 1967/, другие считают, что занятия спортом или не оказывают существенного влияния на этот показатель, или вызывают его увеличение /Н.В.Савина, 1958; В.В.Васильева, 1968; Р.С.Хачатуров, 1970 и др./.

Регионарные особенности функционального состояния артериальных стенок у спортсменов изучались на верхних и нижних конечностях. Данных об этих показателях на симметричных конечностях в доступной нам литературе не обнаружено.

Для оценки степени адаптации сердечно-сосудистой системы к физическим нагрузкам имеют значение сведения об острых регионарных сдвигах упруго-вязкого состояния артерий под влиянием мышечной деятельности. Специальные исследования, проведенные в этом плане, показали, что у лиц адаптированных к определенному виду физической работы, эти сосудистые реакции протекают более эффективно, чем у лиц неадаптированных /И.А.Мануйлов, 1966; Г.В.Мелленберг, 1967; В.В.Васильева, 1968; Р.С.Хачатуров, 1970 и др./.

В известной степени о кровоснабжении работающих органов можно судить и по изменению регионарного кровяного давления /М.Е.Маршак, 1961/. В литературе имеются указания на относительно меньшее повышение давления в артериях работающих органов и более значительное в неработающих /Astrand, 1965; А.В.Козлов и Н.А.Степочкина, 1967; В.В.Васильева, 1968 и др./.

Дифференцированные регионарные сдвиги кровяного давления, возникающие при работе, влияют на уровень этих показателей и в состоянии покоя.

По данным некоторых исследователей величина кровяного давления неодинакова даже в артериях одного калибра /Н.А.Разумов, 1934; Н.А.Ланг-Белоногова, 1948 и др./.

Однако, наряду с этими данными в литературе имеются указания на отсутствие различий в показателях кровяного давления в разных областях тела /Bertrand, Pascarelli, 1964; Carter, 1968/.

В подавляющем большинстве работ, посвященных исследованию кровяного давления у спортсменов, этот показатель исследовался лишь в плечевой артерии. При этом считалось, что снижение кровяного давления в плечевой артерии является одним из критериев адаптации организма к физическим напряжениям /Herzheimer, 1937; А.Н.Крестовников, 1938, 1951 и др./.

Материалы, полученные в последние годы не всегда подтверждают эту точку зрения /Carlisle, 1961; В.В.Васильева, 1968; В.В.Васильева и Н.А.Степочкина, 1969 и др./.

Развитие физической культуры и спорта требует детального изучения воздействия напряженной мышечной деятельности на функциональное состояние различных систем организма. В связи с этим мы предприняли дальнейшее исследование особенностей сосудистой системы у спортсменов.

В нашей работе были поставлены следующие задачи:

1/ изучить особенности функционального состояния стенок разных артерий у спортсменов при мышечном покое и определить влияние спортивной специализации и степени тренированности на этот показатель;

2/ определить уровень кровяного давления в разных артериях у спортсменов в состоянии покоя и изучить связь этих величин со спортивной специализацией и степенью тренированности;

3/ изучить регионарные сдвиги функционального состояния артериальных стенок и кровяного давления под влиянием разных физических нагрузок у спортсменов разной специализации и разной степени тренированности.

Методом изучения функциональных свойств сосудистых стенок была избрана сфигмография. С помощью механокардиографа Н.Н.Савицкого /1956, 1963/ регистрировались сфигмограммы сонной артерии в месте её бифуркации, лучевой артерии - около запястья, бедренной - в области паупартовой связки, большеберцовой - в области внутренней лодыжки. Произведенные записи позволяли судить о времени запаздывания, а отсюда и о скорости распространения пульсовой волны по артериям руки /Ср/ и артериям ноги /Сн/. По скорости распространения пульсовой волны по артериям определялось упруго-вязкое состояние их стенок, обозначаемое в нашей лаборатории термином " жесткость "

Артериальное давление изучалось путем тахоосциллографии /по Н.Н.Савицкому/, позволяющей определять конечное систолическое /максимальное/ давление, боковое систолическое давление, среднее и диастолическое /минимальное/ давление. Одновременная регистрация тахоосциллограмм двух артерий производилась с помощью двух механокардиографов Н.Н.Савицкого. Тахоосциллограммы и сфигмограммы записывались до и на 30-й - 50-й секунде после физических нагрузок. Сфигмограммы и тахоосциллограммы артерий верхних конечностей записывались в положении сидя, артерий нижних конечностей - в положении лёжа. В качестве экспериментальных нагрузок для мышц верхних конечностей использовались подъемы гантели весом 4,8 кг в максимально возможном для каждого испытуемого темпе в течение одной минуты. Для мышц нижних ко-

нечностью экспериментальными нагрузками были приседания, поочередно на правой и левой ноге, в максимально возможном для каждого испытуемого темпе, в течение одной минуты. Кроме того, применялись и другие нагрузки: педалирование на велоэргометре в лабораторных условиях, тренировочные занятия на велотреке.

Исследование кровяного давления и функциональных свойств артерий в покое и после физических нагрузок проведено у 1005 спортсменов /810 мужчин и 195 женщин/. Среди них были 512 мастеров спорта, кандидатов в мастера и перворазрядников, остальные имели второй и третий спортивный разряд. 845 человек в момент обследования находились в состоянии высокой тренированности. В числе испытуемых были представители различных видов спорта: гимнасты, лыжники, футболисты, велосипедисты, теннисисты, легкоатлеты и др. Это были студенты и абитуриенты института физической культуры имени П.Ф.Лесгафта и спортсмены, входящие в состав сборных команд Ленинграда и страны. Возраст испытуемых — 15–23 года. Часть спортсменов занималась такими видами спорта, при которых нагрузки распределяются равномерно на все мышцы тела, другие же выполняли физические упражнения, предъявляющие наибольшие требования к мышцам либо верхних, либо нижних конечностей. Среди испытуемых были спортсмены, нагрузки у которых выполняются преимущественно мышцами либо правой, либо левой верхней или нижней конечности.

При анализе полученных данных сопоставлялись показатели жесткости артериальных стенок и кровяного давления у спортсменов различной специализации и разной степени тренированности. В специальных сериях опытов изучались изменения жесткости артериальных стенок под влиянием работы разной мощности и разной структуры движений.

Данные, полученные у 185 спортсменов разной специализации и квалификации в состоянии покоя, показали, что систематические занятия физическими упражнениями не ведут к снижению жесткости артериальных стенок, на что имеются указания в литературе. Наоборот, по нашим данным жесткость магистральных артерий верхних и нижних конечностей у спортсменов даже несколько превышает стандарты, установленные для здоровых людей, не занимающихся спортом. Повышение жесткости артериальных стенок у спортсменов можно объяснить тем, что тренировка скелетных мышц ведет к экономизации окислительных процессов / Mottram, 1953, Schroeder, 1968; П.П.Озолин и Э.Б.Порцик, 1970/. Последнее ограничивает их потребность в кровоснабжении. Артериолы при этом суживаются. То же самое происходит и с более крупными сосудами вплоть до магистральных артерий. Тонус гладких мышц артериальных стенок при этом

нарастает, что и ведет к повышению их жесткости.

Скорость распространения пульсовой волны у спортсменов по артериям правой руки /Срп/ составила по нашим данным в среднем  $830 \pm 8,5$  см/сек, а по артериям левой /Срл/ -  $817 \pm 8,0$  см/сек. Различие между этими величинами статистически недостоверно. Однако в индивидуальных случаях нередко отмечалась выраженная асимметрия этих показателей. Так у испытуемого Л. Срп была равна 738 см/сек, а Срл - 910 см/сек.

У женщин жесткость стенок артерий обеих верхних конечностей несколько меньше, чем у мужчин.

По данным В.В.Васильевой, Е.И.Курляевой и Н.А.Степочкиной /1966/ спортивная тренировка оказывает влияние на регионарные показатели жесткости артериальных стенок. Это можно наблюдать по соотношению величин скорости распространения пульсовой волны по артериям нижних /Сн/ и верхних /Ср/ конечностей. У спортсменов, нагрузка которых преимущественно выполняется мышцами верхних конечностей /метатели, гребцы на байдарке/, жесткость артериальных стенок на нижних конечностях относительно высока, а на верхних снижена. У футболистов же наблюдалось противоположное соотношение между этими величинами.

Исходя из этих данных можно было предположить, что у спортсменов, нагрузка которых при мышечной деятельности преимущественно падает на мышцы одной из симметричных конечностей, жесткость артериальных стенок этих конечностей может быть разной. Для выяснения этого мы провели исследование жесткости артериальных стенок на правой и левой верхних конечностях у легкоатлетов-метателей. Однако средние данные не показали достоверных различий этих величин. Скорость распространения пульсовой волны по артериям правой руки у метателей в среднем составила  $848 \pm 14,5$  см/сек, по артериям левой -  $826 \pm 13$  см/сек. Не было обнаружено статистически достоверных различий этих показателей и в группе наиболее квалифицированных и тренированных представителей этого вида спорта. Скорость распространения пульсовой волны по правой руке в среднем у них составляла  $851 \pm 17$  см/сек, по левой  $830 \pm 15,5$  см/сек. Таким образом данные, полученные у легкоатлетов-метателей, не подтвердили снижения жесткости артериальных стенок на более активной конечности. Наоборот, намечилась некоторая тенденция к повышению этого показателя, что, по-видимому /как указывалось выше/, можно объяснить экономизацией окислительных процессов и ограничением объема кровотока в тренированных мышцах.

Об этом свидетельствуют и факты, полученные при изучении жесткости

артериальных стенок на более и менее активных конечностях у велосипедистов. Жесткость артериальных стенок верхних и нижних конечностей у них возрастает с увеличением тренированности. При этом жесткость артериальных стенок нижних конечностей изменяется в большей степени, увеличиваясь в соревновательном периоде на 14,5% / в то время, как жесткость артериальных стенок верхних конечностей увеличивалась на 10%/ по сравнению с величиной в переходном и подготовительном периодах тренировки.

Исследование скорости распространения пульсовой волны по артериям правой /Снп/ и левой /Снл/ нижних конечностей, проведенное у 270 испытуемых, специализировавшихся в разных видах спорта, показало, что достоверных различий между средними величинами этих показателей нет. Снп в среднем была равна  $947 \pm 13,5$  см/сек, Снл -  $903 \pm 10,2$  см/сек. В группе спортсменов, нагрузка у которых распределяется равномерно на мышцы обеих нижних конечностей, отмечается лишь некоторая тенденция к увеличению жесткости артериальных стенок правой нижней конечности.

У спортсменов, одна из нижних конечностей которых является более активной /легкоатлеты-прыгуны, спортсменки, занимающиеся художественной гимнастикой/, достоверных различий жесткости артериальных стенок на симметричных нижних конечностях так же не найдено.

И в той, и в другой группе спортсменов не выявлено влияния уровня тренированности на величину показателей скорости распространения пульсовой волны в покое. Так, если у высокотренированных бегунов, лыжников и других представителей этой группы спортсменов Снп составила  $958 \pm 16,6$  см/сек, а Снл -  $892 \pm 14,0$  см/сек, то у менее тренированных представителей этой группы спортсменов Снп была равна  $977 \pm 26,7$  см/сек, а Снл -  $898 \pm 19,7$  см/сек. У высокотренированных прыгунов скорость распространения пульсовой волны по артериям более активной /"толчковой"/ ноги составляла  $978 \pm 19,0$  см/сек, а по артериям менее активной -  $990 \pm 18,6$  см/сек. У менее тренированных представителей этой группы скорость распространения пульсовой волны по артериям "толчковой" ноги составляла  $982 \pm 17,3$  см/сек, а по артериям менее активной конечности -  $993 \pm 19,2$  см/сек. У высокотренированных спортсменов, занимающихся художественной гимнастикой эти величины были соответственно равны  $780 \pm 21,2$  см/сек и  $766 \pm 19,2$  см/сек.

Исследования изменений скорости распространения пульсовой волны, происходивших под влиянием лабораторных нагрузок /подъемы гантели и приседания/ по артериям работавших и неработавших симметричных верх-

них и нижних конечностей, подтвердили отмеченную в литературе тенденцию к меньшему увеличению жесткости артерий работавших конечностей и, одновременно, к более выраженному увеличению этого показателя в неработавших. Величина и направленность сдвигов жесткости артерий работавшей и неработавшей верхней конечности у легкоатлетов-метателей не отличается от этих же показателей у спортсменов, нагрузка которых распределяется на мышцы обеих рук равномерно.

Сдвиги жесткости артериальных стенок на симметричных конечностях у испытуемых, спортивная нагрузка которых распределяется равномерно на обе нижние конечности, совпадают с данными, полученными у спортсменов, одна из нижних конечностей которых выполняет дополнительную нагрузку.

Во всех группах спортсменов отмечается зависимость выраженности дифференцированных регионарных сдвигов жесткости артериальных стенок от степени тренированности испытуемых.

Наиболее выраженные дифференцированные сдвиги жесткости артериальных стенок обнаружены у велосипедистов под влиянием педалирования. При этом как в лабораторных условиях, так и на велотреке, отмечается большая выраженность этих сдвигов у более тренированных спортсменов. Например, у высококвалифицированных и тренированных велосипедистов жесткость артерий рук в состоянии покоя в среднем составляла  $809 \pm 18,96$  см/сек, а жесткость артерий ног -  $964 \pm 13,9$  см/сек / $p < 0,001$ /. После нагрузки первая величина увеличилась до  $838,40 \pm 18,29$  /+3%/, вторая - снизилась до  $843 \pm 14,9$  /-12%/, в связи с чем коэффициент  $C_H/C_P$  уменьшился с  $1,25 \pm 0,02$  до  $1,017 \pm 0,02$  /-19%/. У менее тренированных и менее квалифицированных велосипедистов сдвиги жесткости артериальных стенок верхних и нижних конечностей после нагрузки были выражены слабее: жесткость артерий рук в среднем почти не изменилась, а артерий ног снижалась на 8%.

Влияние степени тренированности на изменение жесткости артериальных стенок проявилось у велосипедистов и при работе разной мощности в лабораторных условиях. У высокотренированных велосипедистов повышение мощности работы сопровождалось более эффективными сосудистыми реакциями, выразившимися в увеличении жесткости артериальных стенок на верхних и уменьшении этого показателя на нижних конечностях.

Дифференцированные сдвиги жесткости сосудов активных и неактивных областей тела указывают на участие магистральных артерий в изменениях регионарного кровотока при мышечной деятельности. Снижение жесткости стенок артерий работающего органа ведет к увеличе-

нию дебита этих артерий и усилению кровоснабжения данной области. Одновременно происходит повышение тонуса мышц сосудов неактивных частей тела, вызываемое констрикторными импульсами, посылаемыми вазомоторным центром, который стремится стабилизировать суммарное сопротивление всех резистивных сосудов тела. Последнее необходимо для поддержания уровня системного артериального давления, от которого, в свою очередь, зависит величина притока крови к активным областям тела. Можно предполагать, что дифференцированное изменение жесткости артериальных стенок, происходящее под влиянием физических нагрузок имеет условнорефлекторный характер. Эти сосудистые рефлексы совершенствуются по мере развития тренированности.

Измерение кровяного давления в обеих плечевых артериях в состоянии покоя проведено у 373 спортсменов /279 мужчин и 79 женщин/, специализировавшихся в разных видах спорта.

Исследования показали, что у большинства обследованных спортсменов кровяное давление в плечевых артериях находится в пределах нормальных величин.

Систолическое давление ниже 100 мм рт.ст. обнаружено у 12 человек /3% случаев/, выше 139 мм рт.ст. - у 7 человек /2% случаев/. Эти материалы совпадают с данными, полученными у здоровых людей, не занимающихся спортом. /З.М.Волынский, 1954; Е.П.Федорова, 1955 и др./.

По средним данным достоверных различий между показателями кровяного давления в правой и левой плечевых артериях у спортсменов не обнаружено. Конечное систолическое давление в правой плечевой артерии было равно  $122 \pm 0,58$  мм рт.ст., в левой -  $120 \pm 0,55$  мм рт.ст.; боковое систолическое давление в правой -  $105 \pm 0,59$  мм рт.ст., в левой -  $104 \pm 0,52$  мм рт.ст. Среднее давление в правой -  $85 \pm 0,37$  мм рт.ст., в левой -  $84 \pm 0,36$  мм рт.ст. Диастолическое давление в обеих плечевых артериях было одинаковым -  $67 \pm 0,5$  и  $67 \pm 0,47$  мм рт.ст. Все показатели артериального давления у женщин несколько ниже, чем у мужчин.

Для выяснения характера воздействия спортивной специализации на уровень кровяного давления в обеих плечевых артериях этот показатель был измерен у теннисистов, спортивная нагрузка которых выполняется преимущественно мышцами одной из верхних конечностей. Оказалось, что конечное, боковое и среднее давление в артерии более активной конечности /правой/ у них достоверно выше, чем в менее активной. По средним данным конечное систолическое давление в правой

плечевой артерии у спортсменов этой специализации было равно  $115 \pm 1,2$  мм рт.ст., в левой -  $109 \pm 1,08$  мм рт.ст. Боковое систолическое давление соответственно -  $98 \pm 1,13$  и  $93 \pm 1,07$  мм рт.ст. Среднее -  $83 \pm 0,9$  и  $78 \pm 0,62$  мм рт.ст. Диастолическое -  $62 \pm 0,89$  и  $61 \pm 0,9$  мм рт.ст.

Асимметрия показателей кровяного давления в артериях более и менее активных конечностей у теннисистов не связана с уровнем их тренированности. Средние показатели артериального давления у теннисистов высокой степени тренированности, с большим спортивным стажем, такие же, как и средние показатели артериального давления у всей группы теннисистов.

Повышение показателей кровяного давления в правой, обычно более активной, руке у теннисистов может быть объяснено влиянием систематической тренировки. В наиболее тренированных мышцах, как указывалось выше, в состоянии покоя кровотока уменьшается. Это происходит за счет повышения тонуса гладких мышц артериол и мелких артерий и ведет к повышению артериального давления в данной конечности.

Можно было предположить, что асимметрия показателей кровяного давления имеется и у легкоатлетов-метателей. Однако в этой группе, состоявшей из 98 человек, по средним данным достоверных различий кровяного давления в правой и левой плечевых артериях не обнаружено. Конечное систолическое давление в правой плечевой артерии у метателей составляло  $127 \pm 1,06$  мм рт.ст., в левой -  $124 \pm 0,5$  мм рт.ст., боковое систолическое давление соответственно  $108 \pm 1,43$  и  $106 \pm 0,88$  мм рт.ст., среднее давление -  $87 \pm 0,88$  и  $87 \pm 0,73$  мм рт.ст. и диастолическое давление -  $71 \pm 0,76$  мм рт.ст. и  $70 \pm 0,83$  мм рт.ст. Несмотря на отсутствие достоверных различий между величинами, характеризующими кровяное давление в обеих плечевых артериях, у метателей, как и у спортсменов других специализаций, отмечается тенденция к увеличению этих показателей в правой плечевой артерии.

Влияния степени тренированности на величины кровяного давления в плечевых артериях не обнаружено. Как у менее, так и у более тренированных метателей, нет достоверных различий кровяного давления в правой и левой плечевых артериях. У менее тренированных метателей конечное систолическое давление в правой плечевой артерии составляло  $128 \pm 1,44$  мм рт.ст., в левой  $125 \pm 1,22$  мм рт.ст., боковое систолическое давление -  $110 \pm 1,5$  и  $106 \pm 1,3$  мм рт.ст. соответственно; среднее давление -  $90 \pm 1,03$  и  $88 \pm 1,16$  мм рт.ст.,

диастолическое давление -  $73 \pm 1,13$  и  $72 \pm 1,37$  мм рт.ст. У более тренированных метателей конечное систолическое давление в правой плечевой артерии составляло  $126 \pm 1,62$  мм рт.ст., в левой -  $123 \pm 1,69$  мм рт.ст., боковое, среднее и диастолическое давление в обеих артериях было одинаковым. Боковое систолическое давление -  $105 \pm 1,45$  и соответственно  $\pm 1,62$  мм рт.ст.; среднее давление -  $85 \pm 1,56$  и  $\pm 1,0$  мм рт.ст.; диастолическое давление -  $69 \pm 1,25$  и  $\pm 1,11$  мм рт.ст. Отсутствие различий в показателях кровяного давления в правой и левой плечевых артериях объясняется тем, что у представителей этого вида спорта в работе принимают участие многие мышцы. Разница в величине производимой ими работы и работы руки, выполняющей заключительный толчок, сообщающий ускорение снаряду, в связи с кратковременностью последнего усилия, несущественна.

По сравнению со средними данными, полученными у спортсменов, специализирующихся в других видах спорта, у метателей отмечается тенденция к повышению кровяного давления в обеих плечевых артериях. Это особенно выражено у метателей - мужчин. Возможно, что здесь действуют те же механизмы, которые у теннисистов ведут к повышению кровяного давления в правой плечевой артерии.

Кровяное давление в обеих большеберцовых артериях было измерено у 150 человек. Если сравнить средние показатели кровяного давления в плечевых и большеберцовых артериях, то можно заметить, что конечное и боковое систолическое давление на нижних конечностях больше, разница в величинах среднего давления находится в пределах ошибки метода, а диастолическое давление на нижних конечностях ниже, чем на верхних. Эти наши наблюдения совпадают с данными литературы. /В.К.Бумейстер, 1954; А.П.Гроховский и Л.Н.Реев, 1954; А.Н.Андреев, 1962; В.В.Васильева, 1968 и др./.

По нашим средним данным кровяное давление в правой и левой большеберцовых артериях у спортсменов одинаково. Конечное систолическое давление в правой большеберцовой артерии составляло  $131 \pm 1,3$  мм рт.ст., в левой -  $133 \pm 1,2$  мм рт.ст.; боковое систолическое давление соответственно  $111 \pm 0,8$  и  $112 \pm 0,9$  мм рт.ст.; среднее давление -  $86 \pm 0,7$  и  $87 \pm 0,8$  мм рт.ст.; диастолическое  $62 \pm 0,55$  мм рт.ст. и  $60 \pm 0,8$  мм рт.ст.

Кровяное давление в большеберцовых артериях одинаково и у тех испытуемых, одна из нижних конечностей которых при спортивной деятельности является более активной, чем другая. Вероятно, отталкивание яв-

ляется слишком кратковременной дополнительной работой для одной из конечностей, чтобы вызвать изменение кровяного давления в её большеберцовой артерии.

По нашим данным уровень тренированности спортсменов не оказывает влияния на показатели кровяного давления в большеберцовых артериях.

Для изучения влияния спортивной специализации на величины кровяного давления в плечевой и большеберцовой артериях обследованы представители диаметрально противоположных /в отношении групп мышц, выполняющих в основном спортивную нагрузку/ видов спорта - 30 футболистов и 15 гребцов на байдарке. У футболистов спортивная нагрузка выполняется преимущественно мышцами нижних конечностей, у гребцов на байдарке - верхних.

У гребцов на байдарке конечное и боковое систолическое давление в большеберцовой артерии по средним данным было достоверно выше этих величин в плечевой артерии. Различие величин среднего и диастолического давления в этих артериях оказалось статистически недостоверным. Таким образом, по средним данным соотношение между первыми тремя показателями кровяного давления на верхних и нижних конечностях у гребцов на байдарке носит обычный характер, присущий здоровым людям, не занимающимся спортом. Диастолическое же давление в большеберцовой артерии у гребцов на байдарке относительно повышено.

У футболистов конечное систолическое давление в плечевой и большеберцовой артерии по средним данным одинаково, различие бокового и среднего давления недостоверно, а диастолическое давление в большеберцовой артерии достоверно ниже, чем в плечевой. По сравнению с обычным соотношением конечного систолического давления в плечевой и большеберцовой артериях у футболистов наблюдается относительное понижение этого показателя в последней.

Казалось бы, что материалы о величине кровяного давления в артериях более и менее активных конечностей у футболистов и гребцов на байдарке противоречат данным, полученным у теннисистов. Однако, это противоречие можно объяснить разными условиями, в которых находились спортсмены этих групп в момент исследований. Теннисисты обследовались в подготовительном периоде тренировки, после дней отдыха. Поэтому полученные у них данные свидетельствуют об истинном, характерном для данной специализации, соотношении показателей арте-

риального давления в активных и неактивных конечностях. Футболисты же и гребцы на байдарке обследовались в соревновательном периоде тренировки, когда спортивные нагрузки очень велики по объему и интенсивности, а интервалы отдыха недостаточны для полного восстановления. Поэтому найденные у них соотношения величин артериального давления могут быть объяснены остаточными явлениями рабочей гиперемии в наиболее активных конечностях.

Исследования регионарных изменений артериального давления, возникающих под влиянием физических нагрузок, показало, что в артериях работающих конечностей кровяное давление либо увеличивалось в меньшей степени, чем в артериях неработающих, либо даже снижалось. Различия эти были ярче выражены у более тренированных спортсменов, независимо от их специализации.

Дифференцированные реакции на нагрузку объясняются вазодилатацией в активных конечностях и вазоконстрикцией в неактивных. Вазодилатация в активных областях тела ведет к меньшему регионарному подъему артериального давления. Кроме того, в работающем органе происходит ускорение кровотока, что, согласно уравнению Бернулли, сопровождается уменьшением пьезометрического давления. В результате вазоконстрикции, возникающей в неактивных областях тела, происходит повышение сопротивления артериол этих областей. Суммирование отраженной от периферии волны повышенного давления с центральной волной вызывает значительное увеличение конечного систолического и среднего давления. /Эстранд с соавт., 1965/

Проведенные исследования позволили уточнить данные о жесткости артериальных стенок и кровяном давлении у спортсменов; кроме того, они установили влияние спортивной специализации на величину изучаемых регионарных показателей в состоянии покоя.

Материалы, полученные в результате изучения регионарных сосудистых реакций /изменение жесткости артериальных стенок и кровяного давления/, возникающих под влиянием нагрузок, свидетельствуют об увеличении кровоснабжения наиболее активных областей тела. Сосудистые реакции наиболее эффективны у высокоотренированных спортсменов. По-видимому, эти реакции совершенствуются в процессе тренировки и играют большую роль в адаптации циркуляторного аппарата, а следовательно и организма в целом, к мышечной деятельности.

## В ы в о д ы.

1. При мышечном покое функциональное состояние артериальных стенок у спортсменов не имеет существенных отличий от этих показателей у лиц, не занимающихся спортом. По средним данным у спортсменов, вне зависимости от их специализации и уровня тренированности, упруго-вязкое состояние стенок артерий симметричных верхних и нижних конечностей одинаково. Имеется лишь тенденция к некоторому повышению этого показателя в более активных конечностях.

2. Непосредственно под влиянием физических нагрузок упруго-вязкое состояние /жесткость/ артериальных стенок повышается. При этом более резкие сдвиги происходят в менее активных областях тела.

Дифференцированный характер сосудистых реакций ярче выражены у лиц, наиболее адаптированных к выполняемой работе.

3. Кровяное давление в плечевых артериях у 95% испытуемых находится в пределах нормальных величин.

Между показателями кровяного давления в правой и левой плечевых артериях по средним данным достоверных различий не обнаружено. У испытуемых же, спортивная деятельность которых характеризуется разной степенью нагрузки на мышцы правой и левой верхних конечностей /теннисисты/, кровяное давление достоверно выше в более активной области. Асимметрия кровяного давления у теннисистов не связана с уровнем их тренированности.

4. Кровяное давление в большеберцовой артерии по средним данным выше этого показателя в плечевой артерии. Соотношение этих величин в известной степени зависит от спортивной специализации. У гребцов на байдарке оно достоверно выше в большеберцовой артерии. У футболистов показатели систолического и среднего давления одинаковы в обеих артериях, диастолическое же по средним данным достоверно выше в плечевой артерии.

5. В обеих большеберцовых артериях кровяное давление у всех спортсменов в среднем, вне зависимости от их специализации и степени тренированности, одинаково.

6. Под влиянием физических нагрузок наблюдались дифференцированные регионарные изменения кровяного давления. По средним данным кровяное давление в работавших конечностях либо увеличивалось в меньшей степени, чем в неработавших, либо даже снижалось. Дифференцированные сдвиги кровяного давления ярче выражены у более тренированных спортсменов.

7. Изменения упруго-вязкого состояния артериальных стенок и кровяного давления, наступающие при физических нагрузках, свидетельствуют об особенностях регионарного кровоснабжения. Однако, изучение этих показателей лишь в одной из артерий недостаточно для оценки степени адаптации организма к выполняемой работе. Более информативным является одновременное определение упруго-вязкого состояния артерий и кровяного давления в активных и неактивных областях тела.

Работы, опубликованные по материалам диссертации.

1. Кровяное давление в правой и левой плечевых артериях у спортсменов под влиянием работы правой и левой рук. В сборнике: Физиологическое обоснование тренировки. Ф. и С. 1969.

2. Кровяное давление в правой и левой плечевых артериях у спортсменов. В сборнике научных работ молодых ученых института физической культуры имени П.Ф.Лесгафта за 1968г. Л.1970.

3. Сосудистые реакции у лиц с разной степенью тренированности. В сборнике научных работ молодых ученых института физической культуры имени П.Ф.Лесгафта за 1970г. Л.1970

4. Регионарные изменения функционального состояния артериальных стенок у спортсменов различной специализации и квалификации. Актуальные вопросы физиологии спорта. Ученые записки института физической культуры имени П.Ф.Лесгафта, т. XIV. Л.1970.

5. Роль магистральных артерий в кровоснабжении мышц при длительной работе /совместно с В.В.Васильевой/. Материалы XI Всесоюзной научной конференции по физиологии, морфологии, биомеханике и биохимии мышечной деятельности. Свердловск, 1970.

#### М а т е р и а л ы

диссертации доложены на следующих конференциях:

Конференции молодых ученых института физической культуры имени П.Ф.Лесгафта за 1968 и за 1970 гг.

XI Всесоюзная научная конференция по физиологии, морфологии, биомеханике и биохимии мышечной деятельности. Свердловск, 1970.

3968

БИБЛИОТЕКА  
Института физической культуры  
и спорта имени П.Ф.Лесгафта

Г.И. Тарасова  
РЕГИОНАРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КРОВЯНОГО ДАВЛЕНИЯ  
И УПРУГО-ВЯЗКОГО СОСТОЯНИЯ СТЕНОК АРТЕРИЙ  
ПОД ВЛИЯНИЕМ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК У СПОРТСМЕНОВ

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук  
Тартуский государственный университет  
ЭССР, г.Тарту, ул. Кликкооли, 18

---

Ротапринт ТТУ 1970. Подписано к печати 18/ХП 1970 г.  
Печ. листов I, I3. Тираж 200 экз. Бумага 50x45. I/4.  
МВ IO9I9. Зак. № IOI6  
Бесплатно