

Лазурский Александр Федорович

**О влиянии мышечных
движений на черепно-
мозговое кровообращение**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 82-3
ББК 84-4
А46

А46 **Александр Федорович Л.**
О влиянии мышечных движений на черепно-мозговое кровообращение / Лазурский Александр Федорович – М.: Книга по Требованию, 2022. – 287 с.

ISBN 978-5-519-92297-5

ISBN 978-5-519-92297-5

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2022

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2022

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

газообмѣнъ возрастаетъ, температура тѣла подымается, отдѣленіе различныхъ железъ усиливается и т. д. Нѣтъ почти ни одного уголка въ организмѣ, гдѣ бы такъ или иначе не отразилась мышечная работа, сколько-нибудь энергичная. Поэтому самъ собою является вопросъ: какъ будетъ отзываться вліяніе мышечныхъ движеній на состояніи головного мозга, органа, столь чувствительнаго ко всѣмъ перемѣнамъ, происходящимъ въ нашемъ организмѣ? Такой вопросъ представляется тѣмъ болѣе умѣстнымъ, что центральныя извилины мозговой коры, какъ мы знаемъ, принимаютъ прямое и непосредственное участіе въ произвольныхъ движеніяхъ животнаго, посылая импульсы къ сокращающимся мышцамъ. Такимъ образомъ, основной вопросъ, который намъ представился, состоялъ въ томъ, чтобы на основаніи различныхъ, точно разработанныхъ и установленныхъ методовъ узнать, вліяютъ ли вообще мышечныя движенія на черепно-мозговое кровообращеніе (такъ какъ кровообращеніе, несомнѣнно, составляетъ одно изъ важнѣйшихъ условій жизнѣдѣтельности мозга, какъ и всякаго другого органа), и если да, то въ чемъ именно состоитъ это вліяніе. Это и составило главную задачу нашей работы и большинство поставленныхъ нами опытовъ имѣло своею конечною цѣлью рѣшеніе именно этой задачи.

Но кромѣ того нами былъ произведенъ еще рядъ экспериментовъ, гдѣ первоначальныя условія опыта различнымъ образомъ видоизмѣнялись, такъ что эти дальнѣйшіе опыты представляютъ собою различныя модификаціи основныхъ опытовъ. Цѣль этихъ модификацій заключалась въ слѣдующемъ. Когда точно установлены фактическія данныя, указывающія на то, что вліяніе мышечныхъ движеній на черепно-мозговое кровообращеніе дѣйствительно существуетъ, то возникаетъ другой вопросъ, несравненно болѣе сложный, но въ то же время чрезвычайно интересный: какимъ образомъ сокращенія мышцъ, столь удаленныхъ отъ мозга, могутъ тѣмъ не менѣе оказывать вліяніе на его кровообращеніе? не существуетъ ли какой-нибудь прямой связи между работающими мышцами и регуляторами мозгового кровообращенія? или, можетъ быть, измѣненія въ мозговомъ кровообращеніи являются лишь по-

бочнымъ слѣдствіемъ тѣхъ рѣзкихъ измѣненій дыханія, работы сердца и т. д., которыя всегда наступаютъ при энергичныхъ мышечныхъ движеніяхъ? или наконецъ тутъ играетъ известную роль возбужденіе самого мозга, посылающаго импульсы къ работающимъ мышцамъ? Выясненію различныхъ сторонъ этого сложнаго вопроса и были посвящены упомянутыя модификаціи основныхъ опытовъ.

Подобными же соображеніями руководились мы и при составленіи литературнаго обзора. Сначала нами будутъ приведены данныя, указывающія на то, какъ вліяютъ мышечныя движенія на кровообращеніе самой работающей мышцы, на общую систему кровообращенія (работа сердца, кровяное давленіе и т. д.), а также на кровообращеніе головного мозга. Затѣмъ приведены будутъ изслѣдованія, имѣвшія цѣлью выяснить такъ или иначе механизмъ этого вліянія; мы приведемъ также данныя относительно вліянія мышечныхъ движеній на различныя другія отправленія организма, конечно постольку, поскольку эти данныя будутъ касаться основной нашей задачи.

Литературный очеркъ.

Начнемъ съ вопроса о томъ, какъ измѣняется кровообращеніе въ самихъ работающих мышцахъ, такъ какъ при работѣ обширныхъ мышечныхъ группъ измѣненія эти не могутъ не вліять на общее кровообращеніе.

Еще *Claude-Bernard*¹⁾ отмѣтилъ тотъ фактъ, что во время работы мышца обильнѣе снабжается кровью, чѣмъ при покоѣ. Онъ бралъ *m. digastricus*, перерѣзывалъ его сухожилія и раздражая мышцу электрическимъ токомъ, вызывалъ ея сокращенія; по истеченіи 3—4 сек. количество крови, вытекавшей изъ отводящихъ венъ, значительно возросло и прежній ея красный цвѣтъ постепенно превратился въ черный, — и притомъ тѣмъ чернѣе, чѣмъ энергичнѣе было сокращеніе. Если токъ былъ прерывистъ, то количество вытекавшей изъ венъ крови было особенно велико въ моменты расслабленія мышцъ, такъ какъ во время сокращенія „сосуды сжаты, кровь задерживается въ капиллярахъ и не можетъ проходить въ вены“. Особенно обильное истеченіе крови изъ вены замѣчалось тотчасъ по прекращеніи гальванизации мышцы.

Тѣмъ же методомъ пользовался *Sadler*²⁾ въ лабораторіи *Ludwig*'а. Онъ раздражалъ фарадическимъ токомъ нервъ, иннервирующий двуглавую мышцу бедра, у морфинизированныхъ собакъ и получалъ такимъ образомъ тетаническое сокращеніе

¹⁾ *Claude-Bernard*. Leçons sur les liquides de l'organisme. Paris. 1859 г. т. I стр. 325.

²⁾ *W. Sadler*. Ueber den Blutstrom in den ruhenden, verkürzten und ermüdeten Muskeln des lebenden Thieres. *Ludwig's Arbeiten*. 1870 г.

мышцы, продолжавшееся обыкновенно отъ 10 до 50 секундъ. Какъ во время раздраженій, такъ и въ промежуткахъ между ними измѣнялось (въ куб. сант.) количество крови, вытекавшее въ каждыя 10—15 секундъ изъ соответствующей вены. Оказалось, что тетаническое сокращеніе мышцы всегда сопровождалось значительнымъ ускореніемъ тока крови, которое исчезало по окончаніи раздраженія, при чемъ скорость тока крови падала обыкновенно даже ниже прежняго. Явленіе это наблюдалось какъ при тетаническомъ сокращеніи мышцы, такъ и при рядѣ отдѣльныхъ сокращеній. Съ каждымъ новымъ раздраженіемъ ускореніе дѣлалось все меньшимъ; соотвѣтственно этому и во время промежутковъ скорость истеченія крови дѣлалась все меньшей по сравненію съ тѣмъ, что было вначалѣ. Во время раздраженія истеченіе крови далеко не было равномернымъ, а то ускорялось, то замедлялось, совершая иногда весьма значительныя колебанія (въ 2—3 раза). У кураризованныхъ животныхъ, гдѣ при раздраженіи нерва мышца оставалась въ покой, а раздражались только вазомоторы, скорость истеченія крови все время оставалась безъ переменъ. Кромѣ того, авторъ проводилъ опыты съ цѣлю убѣдиться, не зависитъ ли ускореніе тока крови въ мышцѣ во время ея работы отъ измѣненія формы самой мышцы; съ этою цѣлю, раздражая нервъ, онъ въ то же время удерживалъ конечность въ разогнутомъ положеніи, чѣмъ препятствовалъ мышцамъ измѣнять свою форму. Оказалось, что результаты опыта остались тѣ же, что и прежде: ускореніе тока крови въ время мышечныхъ сокращеній. Далѣе, замѣчено было, что кровь, вытекавшая изъ вены, въ началѣ тетануса обыкновенно нѣсколько краснѣетъ, но затѣмъ во всѣхъ случаяхъ дѣлается значительно темнѣе нормальной; во время отдыха цвѣтъ крови приходитъ къ нормѣ. Иногда во время отдыха собака, подергиваясь, произвольно сокращала мышцы, при чемъ токъ крови всегда ускорялся, иной разъ даже значительно больше, чѣмъ у той же собаки во время тетануса.

Такимъ образомъ, результаты *Sadler*'а сходны въ главныхъ чертахъ съ фактами, указанными *Cl. Bernard*омъ, но отличаются отъ нихъ въ томъ отношеніи, что по наблю-

деніямъ *Sadler*'а обильное снабженіе работающей мышцы кровью наблюдается не только въ промежутки между отдѣльными сокращеніями, но и во время самихъ сокращеній. Интересно указаніе *Sadler*'а—подтвержденное, какъ мы увидимъ ниже, и другими изслѣдователями—что малѣйшія произвольныя движенія животнаго ускоряютъ токъ крови въ мышцахъ, и притомъ иногда гораздо сильнѣе, чѣмъ самый сильный tetanus. Это наблюденіе лишній разъ указываетъ намъ на тотъ важный фактъ, что произвольныя движенія далеко не идентичны съ тѣми сокращеніями мышцъ, которыя получаютъ при раздраженіи электрическимъ токомъ.

C. Ludwig и *Щелковъ (Schelkow)*¹⁾ также нашли (еще въ 1861 г.), что во время сокращенія мышцы сосуды ея расширяются, черезъ нихъ протекаетъ значительно большее количество крови; кромѣ того по ихъ указанію кровь, вытекающая изъ венъ работающей мышцы, гораздо богаче CO_2 и бѣднѣе O , чѣмъ во время покоя. Подобныя же данныя были получены *A. Schmidt*'омъ, *Generisch*'емъ²⁾, *Gaskell*'емъ и *Heidenhain*'омъ³⁾

На основаніи отчасти только что изложенныхъ фактовъ, а отчасти и своихъ собственныхъ опытовъ *Hafiz*⁴⁾—тоже изъ лабораторіи *Ludwig*'а—старается глубже проникнуть въ сущность явленія. Какимъ образомъ получается расширение мышечныхъ сосудовъ во время сокращенія мышцы? Какимъ механизмомъ слѣдуетъ объяснить ускореніе тока крови въ работающей мышцѣ? Чтобы отвѣтить на эти вопросы, *Hafiz* вызывалъ общій тетанусъ, раздражая спинной мозгъ на уровнѣ 1—2-го шейныхъ позвонковъ и по скорости теченія крови въ art. ulnaris или въ art. femoralis судилъ объ измѣненіи просвѣта этихъ сосудовъ; въ то же время манометрически измѣнялось давленіе въ art.

¹⁾ и ²⁾ См. *Landois*. Физиологія человѣка, перев. съ нѣм. 1893—4 гг., стр. 685 и 955.

³⁾ См. *M. E. Hafiz*. Ueber die motorischen Nerven der Arterien, welche innerhalb der querstreiften Muskeln verlaufen. *Ludwig's Arbeiten*, 1870 стр. 95.

⁴⁾ *Hafiz*, loco cit.

carotis. Скорость течения крови въ артеріяхъ измѣрялась либо часами *Ludwig'a*, либо слѣдующимъ образомъ: раздражается одновременно со спиннымъ мозгомъ также и п. *vagus*, благодаря чему сердце временно останавливается; давление въ артеріяхъ (измѣряемое манометромъ въ а. *carotis*) быстро падаетъ, такъ какъ кровь изъ нихъ переходитъ въ вены, а новой крови изъ сердца не поступаетъ; чѣмъ сильнѣе сокращены мелкія артеріи, тѣмъ медленнѣе, по мнѣнію автора, будетъ падать давление въ аортальной системѣ послѣ остановки сердца; такимъ образомъ по скорости, съ которой падаетъ давление въ а. *carotis*, авторъ судилъ о степени суженія мелкихъ артерій.

На основаніи этихъ опытовъ авторъ пришелъ къ заключенію, что при тетанусѣ, въ то время, когда сосуды кожи и внутреннихъ органовъ рѣзко сжимаются, сосуды сокращенныхъ мышцъ остаются зіяющими и вся почти кровь устремляется черезъ нихъ, при чемъ скорость истечения значительно усиливается. Что касается до механизма этихъ явленій, то авторъ приписываетъ важное и почти самостоятельное значеніе мышечной оболочкѣ (*m. muscularis*) артерій, которая во время покоя мышцъ остается все время напряженной, а при сокращеніи мышцы не только не сокращается, но даже нѣсколько разслабляется. Вліяніе вазомоторовъ на *muscularis* сосудовъ, снабжающихъ мышцы, оказалось (при опытахъ съ кураризованными собаками) слабымъ и преходящимъ въ отличіе отъ вазомоторовъ остального тѣла. О вазодилататорахъ въ статьѣ *Hafiz'a* не говорится ни слова, между тѣмъ какъ этимъ нервамъ принадлежитъ, повидимому, весьма важная, если не первенствующая роль въ механизмѣ занимающаго насъ явленія.

Все авторы, цитированные нами до сихъ поръ, вызывали сокращеніе мышцъ посредствомъ раздраженія электрическимъ токомъ либо двигательныхъ нервовъ, либо периферическаго отрѣзка спинного мозга. Такимъ образомъ, какъ самый импульсъ къ мышечной работѣ, такъ и условія работы носили во всѣхъ этихъ опытахъ искусственный характеръ, а вызываемый ими *tetanus* или періодически повторявшіяся сокращенія мышцъ въ значительной степени отличались отъ тѣхъ

естественныхъ движеній, которыя совершаетъ свободно работающее животное.

Исходя изъ этихъ соображеній, *Chauveau* и *Kaufmann*¹⁾ старались отыскать — и отыскали методъ, который позволялъ бы изслѣдовать кровообращеніе въ мышцахъ животнаго во время естественной, произвольной работы ихъ. Этимъ изслѣдователямъ пришла въ голову счастливая мысль — изучать работу мышцъ на *m. levator labii superioris* у лошади. Мышца эта у лошадей лежитъ очень поверхностно, оперировать надъ ней легко и самая операція вставленія канюлей въ приводящую артерію и отводящую вену настолько ничтожна, что если тотчасъ послѣ нея подставить животному овесъ, то оно преспокойно начинаетъ жевать его. Между тѣмъ, въ актѣ жеванія у лошадей участвуетъ также и *m. levator labii superioris*; такимъ образомъ, если заранѣе вставлены канюли въ приводящую артерію и отводящую вену этой мышцы, то можно собирать кровь, притекающую къ мышцѣ и вытекающую изъ нея во время ея естественной работы. Наблюденія облегчаются тѣмъ, что *m. levat. lab. super.* имѣетъ всего только одну крупную артерію и одну крупную вену. Воспользовавшись всѣми этими условіями, *Chauveau* и *Kaufmann* собрали у 4-хъ лошадей кровь, вытекавшую изъ *m. levat. lab. super.* въ промежутокъ, равный 5 мин., какъ до, такъ и во время работы; затѣмъ, вырѣзавши по окончаніи опыта мышцу, они опредѣлили ея вѣсъ и, пользуясь этими данными, вычислили „коэффициентъ орошенія мышцы“, т. е., количество крови, протекающей въ 1 мин. черезъ 1 граммъ мышцы; коэффициентъ этотъ былъ вычисленъ ими какъ для покойной, такъ и для работающей мышцы. Оказалось, что во время работы кровоснабженіе мышцы повышается въ 4—7 разъ; такъ, у одной лошади коэфф. орошенія до работы = 0,0843 gr., а во время работы = 0,611 gr.; у другой до работы — 0,374 gr., во время раб. — 1,253 gr.; у третьей до раб. 0,142 gr., во время раб. 0,952 и т. д.

¹⁾ *Chauveau et Kaufmann. Expériences pour la détermination du coefficient de l'activité nutritive et respiratoire des muscles en repos et en travail. Comptes rendus de l'Acad. des sciences. T. 104, 1887 г. стр. 1126; см. также стран. 1352 и 1409.*

Интересно, что это обильное снабженіе мышцъ кровью имѣетъ мѣсто не только въ тѣхъ случаяхъ, когда мышца производитъ при своемъ сокращеніи какую-нибудь механическую работу, но также и тогда, если она сокращается „à vide“, безцѣльно, безъ всякаго видимаго результата. Упомянутые авторы ¹⁾ изслѣдовали количество и составъ крови, протекавшей черезъ *m. levat. lab. sup.* лошади во время работы (жеваніе овса); затѣмъ они перерѣзывали сухожиліе этой мышцы, лишая ее этимъ возможности производить какую-бы-то ни было работу. Тѣмъ не менѣе, во время жеванія эта мышца продолжала сокращаться, при чемъ оказалось, что такіа безцѣльные сокращенія сопровождаются ничуть не меньшимъ притокомъ крови, чѣмъ это было до перерѣзки сухожилія; то же можно сказать и относительно поглощенія O и выдѣленія CO_2 . Отсюда авторы заключаютъ, что мышца, эта живая машина, подобно всякой другой машинѣ тратитъ большую часть развивающейся въ ней во время сокращенія химической энергіи на то, чтобы приготовить и произвести самое сокращеніе; лишь весьма небольшая часть этой энергіи идетъ на производство механической работы.

Не довольствуясь опредѣленіемъ количества крови, протекавшей черезъ работающую мышцу, *Kaufmann* въ рядѣ опытовъ ²⁾ измѣрялъ также давленіе въ артеріи, питающей работающую мышцу, и венѣ, отводящей кровь отъ нея (*art. et vena maxillo-muscularis*). Давленіе измѣрялось или послѣ перерѣзки сосуда или вставляя въ него *t*-образную трубку, данныя въ томъ и другомъ случаѣ получались одинаковыя. Тотчасъ послѣ начала жевательныхъ движеній давленіе въ венѣ чрезвычайно рѣзко повышалось, доходя иногда до огромной сравнительно высоты; давленіе же въ соответствующей артеріи, наоборотъ, столь же рѣзко падало; между тѣмъ, въ *art. carotis* давленіе при этомъ не только не падаетъ, но часто даже нѣсколько повышается, если же въ исключи-

¹⁾ *Charveau et Kaufmann*. Nouveaux documents sur les relations и т. д. Comptes rendus. T. 104. 1887 г. стр. 1763.

²⁾ *M. Kaufmann*. Recherches expérimentales sur la circulation dans les muscles en activité physiologique. Arch. de physiol. 1892 p. 278.

тельных случаях и падает (у старых, ослабевших животных со слабой работой), то лишь весьма незначительно. Сопоставляя все эти данные, *Kaufmann* приходит къ заключенію, что во время мышечной работы мелкія артеріи, питающія мышцу, рѣзко расширяются (паденіе давленія въ нихъ при неизмѣненномъ давленіи въ а. саготіс) и пропускаютъ черезъ себя втрое-впятеро больше крови, чѣмъ обыкновенно (повышеніе давленія въ венѣ). Въ то же время скорость теченія крови значительно возрастаетъ, въ чемъ авторъ убѣждался слѣдующимъ образомъ: вставляя въ арт. саготіс двѣ t-образныя трубки на разномъ разстояніи отъ сердца, авторъ получалъ 2 кривыя; во время работы обѣ кривыя подымались, при чемъ разстояніе между ними увеличивалось. На основаніи этихъ данныхъ *Kaufmann* вполне основательно заключалъ объ ускореніи тока крови, приписывая его учащенному ритму сердца. Тамъ же мы находимъ указанія на интересное явленіе—такъ наз. „мышечный пульсъ“, появляющійся во время работы мышцы какъ въ артеріяхъ, такъ и въ особенности въ венахъ ея: каждое сокращеніе мышцы, записывавшееся миографомъ, соответствуетъ рѣзкому повышенію давленія въ венѣ; въ артеріи, питающей мышцу, обычный пульсъ, соответствующій тонамъ сердца, также исчезалъ, замѣняясь подобнымъ же мышечнымъ пульсомъ. Какъ только работа прекращается, все явленіе въ сосудахъ мышцы быстро возвращается къ нормѣ.

Лимфа тоже болѣе оживленно движется въ дѣятельной мышцѣ. *Ludwig* ¹⁾ показалъ, что если у теплокровнаго вызывать раздраженіемъ нерва ритмическія мышечныя сокращенія въ какомъ нибудь членѣ, то лимфатическая сѣть мышечныхъ фасцій переполняется лимфой, и эта послѣдняя оттекаетъ въ большомъ количествѣ изъ лимфатическихъ сосудовъ этого члена.

Въ недавнее время *Athanasii* и *Carvallo* ²⁾ пытались посредствомъ плетисмографическаго метода пробѣдить на

¹⁾ *Фредерикъ и Ньюль*. Основы фзіологіи челов. т. II стр. 429. Русск. перев. 1899 г.

²⁾ *Athanasii et I. Carvallo*. Le travail musculaire et le rythme du coeur. Arch. de physiol. 1898 г. № 2.

людей данныя, полученныя. предшествовавшими авторами на животныхъ. Съ этою цѣлью они приспособляли къ рукѣ изслѣдуемаго плетисмографъ такимъ образомъ, чтобы кисть руки оставалась свободной и могла производить работу—сжатіе динамометра. Оказывается, что объемъ конечности во время работы рѣзко уменьшается, а послѣ работы столь же рѣзко и быстро подымается гораздо выше нормы.

На основаніи этихъ опытовъ авторы считаютъ возможнымъ заключить, что сосуды въ работающихъ мышцахъ расширяются. Къ сожалѣнію, весьма короткое и неясное описаніе техники заставляетъ относиться къ этимъ кривымъ осторожно: когда мышцы руки, заключенной въ плетисмографъ, начинали сокращаться, то эти сокращенія, измѣняя форму руки, уже сами по себѣ могли вызвать на кривой колебанія чисто искусственнаго характера. Ниже мы увидимъ, что благодаря этимъ искусственнымъ колебаніямъ *Binet et Courtier*¹⁾ не рѣшаются по колебаніямъ кривой судить о состояніи кровяного давленія даже въ томъ случаѣ, если работаетъ другая, свободная рука; тѣмъ болѣе должно это относиться къ тѣмъ опытамъ, въ которыхъ работаетъ рука, заключенная въ плетисмографъ! Кромѣ того, вѣдь плетисмографическая кривая еще не даетъ намъ прямыхъ указаній на состояніе кровяного давленія: здѣсь приходится привнимать во вниманіе и работу сердца, и венозные застои, и много другихъ, еще недостаточно изслѣдованныхъ факторовъ. Такимъ образомъ, хотя по аналогіи съ результатами, полученными на животныхъ, можно думать съ огромной вѣроятностью, что конечный выводъ *Athanasim* и *Carvallo* правиленъ, однако опыты ихъ нельзя признать вполне убѣдительными.

Какъ бы то ни было, въ настоящее время можно считать несомнѣнно установленнымъ тотъ фактъ, что всякая мышца во время своего сокращенія получаетъ гораздо больше крови, чѣмъ во время покоя (*Landois*²⁾, *I. Ranke*³⁾), такъ какъ

¹⁾ *Binet et Courtier*. Les effets du travail musculaire sur la circulation capillaire. L'année psychologique, III.

²⁾ *Landois*, loco cit. стр. 638.

³⁾ *I. Ranke*. Grundzüge der Physiol. des Menschen. Leipzig, 1875, стр. 629.