

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТРОМБОЦИТАРНОЙ АКТИВНОСТИ У ЛЕГКОАТЛЕТОВ ПЕРВОГО ЗРЕЛОГО ВОЗРАСТА, РЕГУЛЯРНО ТРЕНИРОВАВШИХСЯ В ЮНОШЕСКОМ ВОЗРАСТЕ

Киперман Я.В., Завалишина С.Ю., Медведев И.Н.

Курский институт социального образования (филиал) Российского государственного социального университета, Курск, Россия (305029, г. Курск, ул. К. Маркса, 53) ilmedv1@yandex.ru

Физиологическое состояние организма человека во многом определяется реологическими свойствами крови, которые в значительной степени связаны с активностью тромбоцитарного гемостаза и меняются в зависимости от условий жизни и наличия физических нагрузок. Цель – определить активность тромбоцитарных функций у здоровых лиц первого зрелого возраста, оставивших регулярные интенсивные занятия по легкой атлетике. У людей, регулярно занимавшихся в возрасте 18-22 года в секции легкой атлетики и в последующем перешедших на нерегулярные тренировки, выявлена стабильно невысокая функциональная активность тромбоцитов. На протяжении 26-35 лет у них агрегация тромбоцитов находилась на невысоком уровне, не испытывая достоверных колебаний. Видимо, это связано с постоянством их чувствительности к экзогенным влияниям. Оптимально низкая активность тромбоцитов обуславливает малое количество в их кровотоке циркулирующих агрегатов различных размеров, что оказывает стабильное позитивное влияние на микроциркуляцию тканей в организме человека во втором зрелом возрасте, ранее регулярно тренировавшегося физически.

Ключевые слова: юношеский возраст, первый зрелый возраст, физические нагрузки, тромбоциты, легкая атлетика.

PHYSIOLOGICAL ASPECTS OF PLATELET ACTIVITY IN TRACK AND FIELD ATHLETES OF THE FIRST COMING OF AGE REGULARLY ENGAGED IN PHYSICAL ACTIVITIES

Kiperman J.V., Zavalishina S.Y., Medvedev I.N.

Kursk Institute of social education (branch of the institute RSSU (Russian State Social University)), Kursk, Russia (305029, Kursk, street K.Marx, 53), e-mail: ilmedv1@yandex.ru

The physiological condition of the human body depends on the rheological properties of blood, which is largely associated with the activity of hemostasis and platelet change depending on living conditions and the availability of physical exertion. The goal is to determine the activity of platelet function in healthy individuals the first coming of age who have regular intensive classes in athletics. People regularly involved in aged 18-22 years in the Athletics section, and subsequently promoted to the occasional workout revealed stable low functional activity of platelets. Throughout the 26-35 years they have platelet aggregation was at a low level, without reliable oscillation. Apparently, this is due to the constancy of their sensitivity to exogenous influences. Optimal low activity of platelets requires a small amount of their blood circulating units of various sizes, which has a stable positive effect on the microcirculation of tissues in the human body in the second adulthood, had regularly engaged in physical activities.

Keywords: youth age, the first ripe age, exercise, platelets, athletics.

Физиологическое состояние организма человека во многом определяется реологическими свойствами крови, которые в значительной степени связаны с активностью тромбоцитарного гемостаза [4]. Известно, что тромбоцитарные функции могут меняться в зависимости от условий жизни, в т.ч. от интенсивности испытываемой физической нагрузки [3]. При этом остается недостаточно изучена активность тромбоцитарных функций у людей первого зрелого возраста, не имеющих вредных привычек, в прошлом регулярно тренировавшихся физически в рамках легкой атлетики, но в последующем снизивших интенсивность и частоту тренировок [5, 6]. Не оценена динамика способности к агрегации их

тромбоцитов под влиянием различных индукторов и их сочетаний, имеющих в условиях кровотока. Также у них не выявлена выраженность интраваскулярной активности тромбоцитов *in vivo*. В этой связи была сформулирована цель исследования: определить активность тромбоцитарных функций у здоровых лиц первого зрелого возраста, оставивших регулярные интенсивные занятия по легкой атлетике.

Материалы и методы

Под наблюдением находилось 66 здоровых людей 26-35 лет, каждый из которых в юношеском возрасте регулярно и интенсивно занимался в секции по легкой атлетике, перейдя около 22 летнего возраста (после окончания ВУЗа) на нерегулярные тренировки, не реже 1 раза в неделю (23 человека 26-27 лет, 22 человека 30-31 год, 21 человек 34-35 лет). Все обследованные имели нормальные общие функциональные и биохимические показатели. У всех легкоатлетов проводилось исследование уровня внутритромбоцитарного перекисного окисления липидов (ПОЛ) по содержанию базального уровня малонового диальдегида (МДА) в реакции восстановления тиобарбитуровой кислоты [2] и по уровню ацилгидроперекисей (АГП) [1]. У всех оценивалась активность каталазы и супероксиддисмутазы (СОД) тромбоцитов [8]. В капиллярной крови в камере Горяева определялось количество тромбоцитов. Лабилизацию тромбоцитарных фосфолипидов (Ф₃ – тромбоцитов) оценивали по [9] с вычислением индекса тромбоцитарной активности (ИТА). Агрегация тромбоцитов (АТ) регистрировалась визуальным микрометодом по Шитиковой А.С. (1999) [9] с использованием в качестве индукторов АДФ ($0,5 \times 10^{-4}$ М), коллагена (разведение 1:2 основной суспензии), тромбина (0,125 ед/мл), ристомицина (0,8 мг/мл) (НПО «Ренам»), адреналина (5×10^{-6} М., завод Гедеон Рихтер), а также сочетания АДФ и адреналина, АДФ и коллагена, адреналина и коллагена для моделирования реальных условий кровотока. Внутрисосудистая активность тромбоцитов (ВАТ) определялась визуально с использованием фазово-контрастного микроскопа [10] по Шитиковой А.С. и соавт. (1997). Статистическая обработка результатов исследований проведена с использованием t-критерия Стьюдента.

Результаты исследования

Содержание АГП в тромбоцитах здоровых 26-27 летних людей, занимавшихся ранее в секции по легкой атлетике, находилось на уровне $2,04 \pm 0,24$ Д₂₃₃/10⁹тр., достоверно не меняясь к 34-35 годам и составляя в этом возрасте $2,06 \pm 0,20$ Д₂₃₃/10⁹тр. (в контроле $1,97 \pm 0,15$ Д₂₃₃/10⁹тр.). Уровень базального МДА в тромбоцитах – конечного продукта ПОЛ у 26-27 летних обследованных составил $0,51 \pm 0,22$ нмоль/10⁹тр., сохраняясь на данном уровне до 34-35 лет жизни ($0,50 \pm 0,16$ нмоль/10⁹тр.) при величине в контроле $0,46 \pm 0,12$ нмоль/10⁹тр. Активность каталазы и СОД в кровяных пластинках обследованных людей не имела

достоверных различий между уровнем, характерным для 26-27 лет ($9620,0 \pm 254,4$ МЕ/ 10^9 тр. и $1670,0 \pm 18,6$ МЕ/ 10^9 тр., соответственно) и уровнем 34-35 лет ($9570,0 \pm 172,4$ МЕ/ 10^9 тр., $1680,0 \pm 21,4$ МЕ/ 10^9 тр., соответственно) при их активности в контроле $9648,0 \pm 161,4$ МЕ/ 10^9 тр., $1660,0 \pm 17,2$ МЕ/ 10^9 тр., соответственно.

ИТА у 26-27 летних обследованных составлял $21,2 \pm 0,17\%$, достоверно не отличаясь от такового у более старших наблюдаемых и от значений контроля ($20,5 \pm 0,08\%$), что указывало на сравнимость у них выраженности лабилизации тромбоцитарных фосфолипидов. У людей в 26-27 летнем возрасте, включенных в исследование, АТ под влиянием коллагена развивалась за $35,2 \pm 0,25$ с (в контроле $34,2 \pm 0,16$ с), достоверно не отличаясь от значений у более старших обследуемых. При этом АТ у 26-27 летних, прекративших регулярные тренировки людей под влиянием АДФ, составляла $46,5 \pm 0,16$ с (в контроле $46,0 \pm 0,18$ с) и ристомицина – $50,2 \pm 0,18$ с (в контроле $49,0 \pm 0,14$ с). Еще более замедленной оказалась тромбиновая и адреналиновая АТ, возникавшая за $57,1 \pm 0,10$ с и $105,8 \pm 0,15$ с, соответственно (в контроле $56,7 \pm 0,14$ с и $103,0 \pm 0,16$ с, соответственно), достоверно не отличаясь от аналогичных величин у более старших обследованных. При сочетанном применении индукторов у 26-27 летних нерегулярно тренирующихся физически людей АТ достоверно не отличалась от таковой у 34-35 летних: АДФ+адреналин $37,5 \pm 0,18$ с и $37,4 \pm 0,24$ с, соответственно; для АДФ+коллаген $27,4 \pm 0,22$ с и $28,6 \pm 0,34$ с, соответственно; для адреналин+коллаген $28,5 \pm 0,25$ с и $27,4 \pm 0,26$ с, соответственно (в контроле $36,6 \pm 0,12$ с, $27,0 \pm 0,14$ с и $29,3 \pm 0,09$ с, соответственно).

Количество дискоидных тромбоцитов в крови 26-27 летних здоровых, ранее регулярно тренировавшихся людей составляло $84,2 \pm 0,12\%$, достоверно не отличаясь от значений, свойственных для более старших наблюдаемых (табл.).

Внутрисосудистая активность тромбоцитов у здоровых людей первого зрелого возраста, в юношеском возрасте занимавшихся в секции легкой атлетики

Параметры	Люди, регулярно занимавшиеся в юношеском возрасте в секции легкой атлетики		
	26-27 лет, n=23	30-31 год, n=22	34-35 лет, n=21
Дискоциты, %	$84,2 \pm 0,12$	$83,5 \pm 0,20$	$84,0 \pm 0,19$
Диско-эхиноциты, %	$9,9 \pm 0,16$	$11,0 \pm 0,24$	$10,1 \pm 0,22$
Сфероциты, %	$2,9 \pm 0,12$	$2,8 \pm 0,17$	$3,0 \pm 0,11$
Сферо-эхиноциты, %	$1,8 \pm 0,12$	$1,7 \pm 0,11$	$1,8 \pm 0,15$
Биполярные формы, %	$1,2 \pm 0,10$	$1,0 \pm 0,16$	$1,1 \pm 0,17$
Сумма активных форм, %	$15,8 \pm 0,12$	$16,5 \pm 0,17$	$16,0 \pm 0,17$
Число тромбоцитов в агрегатах, %	$5,7 \pm 0,17$	$5,4 \pm 0,14$	$5,9 \pm 0,20$

Число малых агрегатов по 2-3 тромбоцита, на 100 свободно лежащих тромбоцитов	2,6± 0,16	2,8± 0,18	3,0± 0,22
Число средних и больших агрегатов, 4 и более тромбоцита, на 100 свободно лежащих тромбоцитов	0,07± 0,005	0,08± 0,006	0,07± 0,004

Примечание: достоверности между оцениваемыми группами обследованных выявлено не было.

Количество диско-эхиноцитов, сфероцитов, сферо-эхиноцитов и биполярных форм тромбоцитов также оставалось стабильным в их кровотоке с 26 до 35 лет. Вследствие этого сумма активных форм тромбоцитов также не претерпевала достоверных изменений. В крови находящихся под наблюдением людей, ранее активно и регулярно тренировавшихся физически, количество свободноциркулирующих малых и больших агрегатов тромбоцитов не имело достоверной динамики, составляя к 34-35 годам $3,0\pm 0,22$ и $0,07\pm 0,004$ на 100 свободно лежащих тромбоцитов соответственно. Количество тромбоцитов, вовлеченных в процесс агрегатообразования у обследованных, также не менялось между 26 до 35 годами, составляя к концу наблюдения $5,9\pm 0,20\%$.

Таким образом, у ранее регулярно тренировавшихся в секции легкой атлетики людей первого зрелого возраста, перешедших около 22 летнего возраста к нерегулярным физическим тренировкам, между 26 и 35 годами жизни сохраняется стабильно невысокая тромбоцитарная активность.

Обсуждение

Интенсивная мышечная деятельность, особенно в юности, способствует максимальной адаптации организма к ней всех органов, систем и организма в целом. Видная роль в адекватном приспособлении организма к воздействию физической нагрузки принадлежит системе крови, во многом лимитирующей выраженность кислородного обеспечения работающих органов. На фоне однократной физической нагрузки увеличивается объем и скорость кровотока, может увеличиваться сосудистое сопротивление, меняются реологические свойства крови, влияя на уровень доставки кислорода тканям. При длительных, регулярных и посильных физических нагрузках отмечается оптимизация гемореологических гемостатических показателей, изученное недостаточно, особенно в части тромбоцитарного звена гемостаза. В доступной научной литературе содержится недостаточно сведений о влиянии длительных регулярных наиболее распространенных видов физических тренировок на гемостатические тромбоцитарные функции. Так, мало изучены изменения агрегационной способности кровяных пластинок *in vivo* и *in vitro* и механизмов ее реализующих у людей, регулярно тренировавшихся физически в юности, а потом перешедших на нерегулярные нагрузки. Не выяснена у них степень реакции

тромбоцитов на различные индукторы и их сочетания, не оценена морфологически степень активации тромбоцитов в просвете сосудов и активность внутритромбоцитарных механизмов.

Действие регулярной выраженной физической нагрузки на организм во многом основано на его адаптации к гипоксии и сопровождается значительными физико-биохимическими сдвигами в органах. Деятельность организма в условиях тканевой гипоксии и ацидоза протекает при неизбежном повышении функциональных возможностей всех ведущих систем и органов, лимитирующих его физическую работоспособность. Адаптация к регулярной физической нагрузке в организме приводит к позитивным изменениям в системе гемокоагуляции и, в первую очередь, в его начальном звене – тромбоцитарном гемостазе.

Низкая интенсивность ПОЛ крови у ранее регулярно тренировавшихся при наличии мотивации к определенным спортивным достижениям способствовало снижению перекисной модификации липидов с минимизацией атерогенной опасности. Одним из возможных механизмов понижения ПОЛ можно считать ослабление НАДФН/НАДН оксидаз, что уменьшает выработку супероксиданиона.

Регулярные физические нагрузки в юности оказались способны обеспечить снижение образования в тромбоцитах проагрегантных простагландинов с оптимизацией степени лабильности липидов мембран кровяных пластинок, способствуя поддержанию невысокой активности тромбопластина и удлинению времени его генерации на поверхности кровяных пластинок, сохраняясь на достигнутом уровне у всех обследуемых.

У здоровых людей 26-35 лет, ранее регулярно тренировавшихся в секции легкой атлетики, отмечается стабильно высокие показатели антиоксидантной активности тромбоцитов и, в следствие этого, невысокая интенсивность в них ПОЛ. Это в значительной мере обуславливает невысокую чувствительность рецепторов тромбоцитов к экзогенным влияниям, в т.ч. к фактору Виллебранда – кофактору адгезии тромбоцитов при постоянном числе рецепторов к нему – (GPI в) на поверхности кровяных пластинок, являясь следствием сложных приспособительных реакций организма у обследованных, обеспечивая сохранение оптимальной адаптации тромбоцитарного гемостаза к условиям функционирования.

У 26-35 летних людей в юношеском возрасте, регулярно занимавшихся в секции легкой атлетики, отмечено постоянство агрегативной функции кровяных пластинок. Стабильность АТ с сильными агонистами (коллагеном и тромбином) указывает на постоянство у обследованных механизма активации тромбоцитов через фосфолипазу С и фосфоинозитольный путь при невысоком уровне фосфолирирования белков сократительной системы. Медленная АТ у обследованных молодых людей в ответ на слабые индукторы агрегации – АДФ и адреналин указывает на небольшой уровень экспрессии на мембранах

кровяных пластинок фибриногеновых рецепторов (GPIIb-IIIa) при постоянно невыраженной стимуляции в них фосфолипазы A₂ и всего каскада метаболизма арахидоновой кислоты. Результаты сочетанного применения индукторов позволили установить взаимопотенцирующее влияние индукторов при взаимном усилении механизмов, выявленных при изолированном применении индукторов.

Можно считать, что позитивные сдвиги функции тромбоцитов обуславливают снижение «напряженности» коагуляционного гемостаза при любых регулярных физических нагрузках в юности, в конечном счете обеспечивая уменьшение тромбообразования и агрегацию тромбоцитов в первом зрелом возрасте.

Стабильно невысокий уровень ВАТ у людей первого зрелого возраста, ранее занимавшихся в секции легкой атлетики, указывал на сохранение в их крови физиологического уровня индукторов агрегации (в первую очередь тромбина, АДФ и адреналина) при адекватной постоянной чувствительности к ним тромбоцитов. Сохраняющееся невысокое количество активных форм тромбоцитов и их агрегатов в кровотоке здоровых людей 26-35 лет, регулярно тренировавшихся физически в возрасте 18-22 лет, дополнительно подтверждает у них пониженную активность рецепторов их кровяных пластинок.

Это стало возможным в результате мембранных перестроек кровяных пластинок, снижения активности внутритромбоцитарных факторов реализации агрегации тромбоцитов через фосфолипазы C и A₂ и понижение экспрессии фибриногеновых рецепторов (GvPIIb-IIIa) на их мембранах.

Известно, что мембранные рецепторы тромбоцитов чутко реагируют на воздействия извне и через G-протеины способны изменять активность ионных каналов и насосов плазматической мембраны, вызывая нарастание концентрации внутри тромбоцитов цАМФ и цГМФ, повышая тем самым их функциональную готовность. При этом при длительных физических тренировках в тромбоцитах усиливается распад фосфоинозитолдифосфата и освобождается связанный Ca²⁺, который активирует протеинкиназу C, регулирующую уровень активности тромбоцитов.

Можно думать, что адаптационный процесс тромбоцитарного звена гемостаза затрагивает многие механизмы функционирования кровяных пластинок, в основе которых лежит оптимизация активности рецепторов мембраны тромбоцитов с соответствующими белками. В процессе адаптации к нерегулярным физическим нагрузкам изменяются и внутритромбоцитарные механизмы, что после регулярных физических нагрузок, несомненно, имеет большое значение для улучшения реологии крови в сосудистом русле и оптимизации кислородообеспечения организма в целом.

Основой эффектов физических нагрузок на гемостаз у здоровых спортсменов первого зрелого возраста, регулярно тренировавшихся в юности, являются рецепторные перестройки мембран тромбоцитов, обуславливающие повышение порога их чувствительности к экзогенным стимулирующим влияниям. Этим и обеспечивается уменьшение числа активированных свободно циркулирующих форм тромбоцитов и их агрегатов всех размеров, что способствует минимизации травмирования сосудистой стенки и доступности субэндотелиальных структур, способствуя улучшению микроциркуляции в органах.

Таким образом, в кровотоке людей 26-35 лет, ранее регулярно занимавшихся в секции легкой атлетики, отмечается постоянно невысокая активность тромбоцитов при низком содержании в кровотоке их активных форм и циркулирующих их агрегатов различных размеров, обеспечивая оптимальные реологические свойства крови независимо от уровня средовых воздействий на организм.

Выводы

1. У регулярно и интенсивно тренировавшихся в возрасте 18-22 лет в секции легкой атлетики 26-35 летних людей регистрируется стабильно невысокая способность тромбоцитов к агрегации, что, видимо, обуславливается достаточным совершенством их регуляторных механизмов, сохраняющим оптимальность ответа на физиологические индукторы агрегации, несмотря на переход к нерегулярным нагрузкам.
2. Невыраженная внутрисосудистая активность тромбоцитов в кровотоке людей первого зрелого возраста, ранее регулярно занимавшихся в секции легкой атлетики, обуславливает стабильно невысокий уровень свободно циркулирующих агрегатов различных размеров, обеспечивая оптимальное состояние микроциркуляции в их организме.

Список литературы

1. Гаврилов В.Б., Мишкорудная М.И. Спектрофотометрическое определение содержания гидроперекисей липидов в плазме крови // Лабораторное дело. – 1983. - №3.– С. 33-36.
2. Кубатиев А.А., Андреев А.А. Перекиси липидов и тромбоз // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. –1979. - № 5.– С. 414-417.
3. Максимов В.И., Медведев И.Н. Основы физиологии.– СПб.: Изд-во «Лань», 2013. – 288с.
4. Марышева Е.Ф. Тромбоцитарный гемостаз при физической нагрузке: дис. канд биол. наук. – Челябинск, 2003. – 204с.

5. Медведев И.Н. Тромбоцитарная активность у молодых людей регулярно тренировавшихся физически в студенческие годы // Вестник Московского областного университета. Серия «Естественные науки». – 2010. - №2. – С. 13-17.
6. Медведев И.Н. Тромбоцитарный гемостаз и физические нагрузки в юношеском и первом зрелом возрасте. – Курск: изд-во «Учитель», 2012. – 230с.
7. Медведев И.Н., Завалишина С.Ю., Краснова Е.Г. Физическая культура. – М.: Изд-во МГОУ, 2012. – 108 с.
8. Медведев И.Н., Кутафина Н.В. Агрегационная активность тромбоцитов у здоровых лиц второго зрелого возраста // Фундаментальные исследования.– 2012. - №8. – С. 362-366.
9. Чевари С., Андял Т., Штрэнгер Я. Определение антиоксидантных параметров крови и их диагностическое значение в пожилом возрасте // Лабораторное дело. – 1991. - №10. – С. 9-13.
10. Шитикова, А.С. Визуальный микрометод исследования агрегации тромбоцитов. В кн. Гемостаз. Физиологические механизмы, принципы диагностики основных форм геморрагических заболеваний. Под ред. Н.Н. Петрищева, Л.П. Папаян. – СПб, 1999. – С. 49-53.
11. Шитикова А.С., Тарковская Л.Р., Каргин В.Д. Метод определения внутрисосудистой активации тромбоцитов и его значение в клинической практике // Клиническая и лабораторная диагностика. – 1997. - № 2. – С. 23-35.

Рецензенты:

Смахтин М.Ю., д.б.н., профессор, профессор кафедры биохимии Курского государственного медицинского университета, г. Курск.

Фурман Ю.В., д.б.н., профессор, зав. кафедрой истории, теории и технологии социальной работы Курского института социального образования (филиал) РГСУ, г. Курск.