
ТРОМБОЦИТАРНАЯ АКТИВНОСТЬ У МОЛОДЫХ ЛЮДЕЙ НА ФОНЕ УМЕРЕННЫХ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

И.Н. Медведев, А.П. Савченко,
С.Ю. Завалишина

Курский институт социального образования (филиал) РГСУ
ул. К. Маркса, 51, Курск, Россия, 305029

У проходящих общую физическую подготовку молодых людей в возрасте 18—22 лет выявлена стабильность функциональной активности тромбоцитов. Оптимально низкая активность тромбоцитов обуславливает малое количество в кровотоке циркулирующих агрегатов различных размеров, что оказывает позитивное влияние на микроциркуляцию тканей в организме молодого человека умеренно тренирующегося физически.

Ключевые слова: тромбоцитарная активность, молодой возраст, общая физическая подготовка, реологические свойства крови, микроциркуляторные особенности тромбоцитов.

В настоящее время становится очевидно, что в физиологическом развитии человека большую роль играет активность тромбоцитарного гемостаза. Нормальное морфофункциональное состояние организма во многом обуславливается адекватными реологическими свойствами крови, на которые значимо влияет уровень активности тромбоцитов [5]. Известно, что умеренная физическая нагрузка у молодых людей способна позитивно влиять на отдельные показатели тромбоцитарных функций [4].

Вместе с тем у здоровых молодых людей, не имеющих вредных привычек и регулярно тренирующихся в рамках общей физической подготовки (ОФП), не до конца выяснено состояние перекисного окисления липидов (ПОЛ) тромбоцитов, активность их антиокислительных ферментов, уровень функциональной готовности кровяных пластинок, в том числе их агрегационная активность под влиянием различных индукторов и их сочетаний, имеющих в условиях кровотока. У этих молодых людей не оценена также выраженность морфологической активности тромбоцитов в сосудах. В этой связи была сформулирована цель проведенного исследования: выяснить активность тромбоцитарных функций у здоровых молодых людей, не имеющих вредных привычек и регулярно тренирующихся в рамках ОФП.

Материалы и методы исследования. В группу исследования включены 147 здоровых молодых студентов, тренирующихся в рамках ОФП вначале на занятиях по физической культуре, а по завершении программы предмета в спортивной секции по ОФП (28 человек 18 лет, 31 человек 19 лет, 29 человек 20 лет, 27 человек 21 года и 32 человек в возрасте 22 лет). У всех обследованных проводилось определение уровня внутритромбоцитарного ПОЛ по концентрации базального уровня малонового диальдегида (МДА) в реакции восстановления тиобарбитуровой кислоты [8], в модификации [3] и по уровню ацилгидроперекисей (АГП) [2]. Подсчитывалось количество тромбоцитов в капиллярной крови в ка-

мере Горяева. Продукты лабильзации тромбоцитарных фосфолипидов — активаторов свертывания (Ф_3 -тромбоцитов) оценивали по методу Е.Д. Еремина [1] с вычислением индекса тромбоцитарной активности (ИТА). Длительность агрегации тромбоцитов (АТ) определялась визуальным микрометодом по А.С. Шитиковой [7] с использованием в качестве индукторов АДФ ($0,5 \times 10^{-4}$ М), коллагена (разведение 1 : 2 основной суспензии), тромбина (0,125 ед/мл), ристомидина (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 по А.С. Шитиковой [6]. Статистическая обработка полученных результатов проведена с использованием *t*-критерия Стьюдента.

Результаты исследования. Включенные в группу исследования молодые люди находились под постоянным наблюдением. Перед оценкой гемостаза у них определяли основные физиологические параметры, проводили морфологический и биохимический анализы крови, показавшие, что оцениваемые общие функциональные и биохимические величины (температура, ЧСС, частота дыхания, общие анализы крови и мочи, биохимические исследования крови) у всех обследуемых находились в пределах физиологической нормы.

Содержание первичных продуктов ПОЛ-АГП в тромбоцитах здоровых 18-летних молодых людей, регулярно тренирующихся физически, находилась на уровне $1,96 \pm 0,19 \text{ Д}_{233}/10^9$ тр., достоверно не меняясь к 22 годам, и составляла в этом возрасте $1,97 \pm 0,12 \text{ Д}_{233}/10^9$ тр. Уровень базального МДА в тромбоцитах — конечного продукта ПОЛ в 18 лет у обследованных составил $0,48 \pm 0,10 \text{ нмоль}/10^9$ тр., также сохраняясь на данном уровне до 22 лет жизни ($0,49 \pm 0,22 \text{ нмоль}/10^9$ тр.).

Уровень активности каталазы и СОД в кровяных пластинках, находившихся под наблюдением здоровых молодых людей, не имели достоверной динамики от 18 лет, составляя в этом возрасте $9650,0 \pm 114,3 \text{ МЕ}/10^9$ тр. и $1720,0 \pm 17,6 \text{ МЕ}/10^9$ тр. соответственно. В последующие сроки наблюдения у обследованных не отмечено динамики активности каталазы и СОД (в 19 лет $9700,0 \pm 251,6 \text{ МЕ}/10^9$ тр., $1700,0 \pm 17,6 \text{ МЕ}/10^9$ тр., 20 лет — $9660,0 \pm 132,6 \text{ МЕ}/10^9$ тр., $1640,0 \pm 26,9 \text{ МЕ}/10^9$ тр., 21 год — $9600,0 \pm 132,7 \text{ МЕ}/10^9$ тр., $1680,0 \pm 12,9 \text{ МЕ}/10^9$ тр., 22 года — $9920,0 \pm 184,6 \text{ МЕ}/10^9$ тр., $1710,0 \pm 19,9 \text{ МЕ}/10^9$ тр.).

Уровень ИТА в 18 лет у обследованных соответствовал $20,5 \pm 0,19\%$, оставаясь на данном уровне у более старших обследованных. Это указывало на стабильность в течение 18—22 лет у здоровых молодых людей, регулярно тренирующихся физически, в кровяных пластинках уровня продуктов лабильзации тромбоцитарных фосфолипидов — активаторов свертывания крови. У обследованных молодых людей в 18 летнем возрасте время развития АТ под влиянием коллагена составляло $34,2 \pm 0,15$ с, находясь на таком же уровне и в последующие годы. Аналогичная активность АТ у здоровых 18-летних тренированных молодых людей

отмечена под влиянием АДФ ($45,2 \pm 0,11$ с) и ристомидина ($49,4 \pm 0,22$ с). В более поздние сроки развивалась тромбиновая и адреналиновая АТ, составляя в 18 лет $57,9 \pm 0,16$ с и $104,2 \pm 0,17$ с, достоверно не меняясь у более старших обследованных. В 18 лет при сочетанном применении индукторов у тренирующихся физически молодых людей АТ составляла для АДФ + адреналин — $37,5 \pm 0,19$ с, для АДФ + коллаген — $27,2 \pm 0,22$ с, для адреналин + коллаген — $29,4 \pm 0,12$ с, оставаясь стабильной до 22 летнего возраста (табл.).

Таблица

Агрегационная способность тромбоцитов у здоровых молодых людей, тренирующихся в рамках ОФП

Параметры	Молодые люди, проходящие ОФП, $n = 147 M \pm m$				
	18 лет, $n = 28$	19 лет, $n = 31$	20 лет, $n = 29$	21 год, $n = 27$	22 года, $n = 32$
АДФ, с	$45,2 \pm 0,11$	$46,5 \pm 0,12$	$47,4 \pm 0,16$ $p < 0,05$	$46,1 \pm 0,20$ $p < 0,05$	$45,9 \pm 0,13$ $p < 0,05$
Коллаген, с	$34,2 \pm 0,15$	$33,9 \pm 0,20$	$34,3 \pm 0,24$ $p < 0,05$	$35,0 \pm 0,15$ $p < 0,05$	$35,4 \pm 0,08$ $p < 0,05$
Тромбин, с	$57,9 \pm 0,16$	$56,5 \pm 0,23$	$56,9 \pm 0,17$ $p < 0,05$	$57,2 \pm 0,09$ $p < 0,05$	$57,5 \pm 0,17$ $p < 0,05$
Ристомидин, с	$49,4 \pm 0,22$	$48,9 \pm 0,15$	$49,0 \pm 0,14$ $p < 0,05$	$48,2 \pm 0,18$ $p < 0,05$	$49,6 \pm 0,16$ $p < 0,05$
H_2O_2 , с	$50,2 \pm 0,21$	$49,6 \pm 0,14$	$49,9 \pm 0,12$ $p < 0,05$	$51,9 \pm 0,19$ $p < 0,05$	$49,1 \pm 0,24$ $p < 0,05$
Адреналин, с	$104,2 \pm 0,17$	$103,1 \pm 0,24$	$100,6 \pm 0,20$ $p < 0,05$	$102,5 \pm 0,16$ $p < 0,05$	$106,5 \pm 0,12$ $p < 0,05$
АДФ + адреналин, с	$37,5 \pm 0,19$	$36,9 \pm 0,17$	$37,2 \pm 0,20$ $p < 0,05$	$36,5 \pm 0,17$ $p < 0,05$	$37,6 \pm 0,19$ $p < 0,05$
АДФ + коллаген, с	$27,2 \pm 0,22$	$27,9 \pm 0,19$	$27,5 \pm 0,15$ $p < 0,05$	$28,2 \pm 0,24$ $p < 0,05$	$27,8 \pm 0,10$ $p < 0,05$
Адреналин + коллаген, с	$29,4 \pm 0,12$	$29,8 \pm 0,16$	$30,2 \pm 0,07$ $p < 0,05$	$30,6 \pm 0,08$ $p < 0,05$	$29,5 \pm 0,14$ $p < 0,05$

Примечание: p — достоверность различий оцениваемых показателей в различные возрастные периоды.

Уровень дискоцитов в крови у здоровых тренированных молодых людей в 18 лет составил $85,9 \pm 0,10\%$, достоверно не отличаясь от значений в других возрастах, включенных в группу наблюдения. Количество диско-эхиноцитов, сфероцитов, сферо-эхиноцитов и биполярных форм тромбоцитов, также оставалось стабильным в их кровотоке с 18 до 22 лет. Вследствие этого сумма активных форм тромбоцитов также не претерпела достоверных изменений, составляя в среднем у обследованных $14,9 \pm 0,15\%$. В крови находящихся под наблюдением молодых людей, умеренно тренирующихся физически, уровни свободно циркулирующих малых и больших агрегатов тромбоцитов не имели достоверной динамики, составляя в среднем $2,8 \pm 0,14$ и $0,06 \pm 0,012$ на 100 свободно лежащих тромбоцитов. Количество тромбоцитов, вовлеченных в процесс агрегатообразования, у обследованных также не менялось между 18 до 22 годами, составляя в среднем $5,8 \pm 0,12\%$.

Таким образом, у регулярно умеренно тренирующихся физически молодых людей отмечается стабильно невысокая тромбоцитарная активность между 18

и 22 годами жизни, способная поддерживать на оптимальном уровне у них реологические свойства крови.

Обсуждение результатов. Морфологические структуры и их функциональная активность организма человека во многом формируются под действием адекватного притока питательных веществ за счет необходимого уровня реологии крови, которая может изменяться в ходе онтогенеза под влиянием большого числа факторов среды, к которым относится наличие регулярных умеренных физических нагрузок. Известно, что большую роль в динамике состояния микроциркуляции играет уровень ПОЛ тромбоцитов и активность в кровотоке кровяных пластинок [5].

В исследовании установлено, что у здоровых молодых людей 18—22 лет регулярно умеренно тренирующихся физически в рамках ОФП, отмечается стабильно нормальные показатели антиоксидантной активности тромбоцитов и невысокий уровень в них ПОЛ, что во многом обуславливает у них постоянство активности кровяных пластинок.

При обследовании тренирующихся в рамках ОФП молодых людей данного возраста была подтверждена стабильность функциональной активности тромбоцитов. Вероятно, это во многом связано с постоянством уровня чувствительности рецепторов тромбоцитов к экзогенным влияниям на тромбоциты, к которым, несомненно, относится определенная концентрация в крови фактора Виллебранда — кофактора адгезии тромбоцитов с одновременным постоянством числа рецепторов к нему — (GPIIb/IIIa) на поверхности кровяных пластинок. Стабильность рецепторного состава на мембранах кровяных пластинок, обусловленная реакцией системы гемостаза на особенности функциональной активности организма в целом, является также следствием сложных приспособительных реакций у обследованных, обуславливая в конечном счете необходимую адаптацию тромбоцитарного гемостаза к сложившимся условиям функционирования.

Изучение АТ с рядом индукторов и их сочетаний у молодых людей, умеренно тренирующихся физически, позволило установить постоянство агрегативной функции кровяных пластинок в возрасте 18—22 лет. Состояние АТ при влиянии на тромбоциты сильных агонистов агрегации — коллагена и тромбина может обуславливаться во многом постоянством активности фосфолипазы С, обеспечивающей функционирование фосфоинозитольного пути через диацилглицерол и протеинкиназу С с фосфолированием белков сократительной системы. Генерирующийся при этом инозитолтрифосфат обеспечивает адекватный уровень выхода Ca^{2+} из внутритромбоцитарных депо, что обуславливает неизменность сократительной способности актомиозина. Не исключено, что важную роль в поддержании невысокой АТ, также играет стабильность активности ферментных систем тромбоцитов, в т.ч. тромбоксанообразования, обуславливающих необходимую в данных условиях невысокую чувствительность кровяных пластинок к стимулам извне.

Аналогичные реакции тромбоцитов у обследованного контингента молодежи отмечены на слабые индукторы агрегации — АДФ и адреналин, взаимодейст-

вующие с рецепторами их мембраны и вызывающими необходимый уровень экспрессии фибриногеновых рецепторов (GPIIb-IIIa), стимулирующих фосфолипазу A₂, регулируя выход из фосфолипидов арахидоновой кислоты с усилением образования тромбоксана A₂.

Оценка АТ с одновременным применением нескольких индукторов показала их взаимопотенцирующее действие, подтвердив закономерности, выявленные при исследовании АТ с изолированными агонистами.

Стабильность уровня ВАТ у молодых людей, регулярно тренирующихся физически, косвенно указывает на сохранение в крови физиологического уровня индукторов агрегации (прежде всего тромбина, АДФ, адреналина) при невысоком постоянном уровне чувствительности к ним тромбоцитов. При этом у здоровых молодых людей 18—22 лет, тренирующихся физически, в кровотоке сохраняется высокое количество интактных дискоидной формы тромбоцитов, что указывает на невыраженную активность их рецепторов. Стабильность уровня диско-эритроцитов и других активных форм тромбоцитов связано в первую очередь с постоянством невысокой экспрессией на их мембране фибриногеновых рецепторов (GPIIb-IIIa).

Таким образом, по мере взросления молодых людей, умеренно тренирующихся физически, сохраняется невысокая активность тромбоцитов, обеспечивающая небольшое содержание их активных форм в кровотоке, обеспечивая физиологический уровень числа циркулирующих агрегатов различных размеров, что обуславливает оптимальные реологические свойства их крови не зависимо от уровня средовых воздействий на организм.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Баркаган З.С., Еремин Г.Ф., Давыдов А.В. Обоснование и клиническая оценка некоторых новых методических приемов распознавания предтромботических состояний и латентных тромбозов // Лабораторные методы исследования в современной клинике внутренних болезней: Материалы VII пленума Всероссийского научного медицинского общества терапевтов и Всероссийского научного медицинского общества врачей-лаборантов. — М., 1974. — С. 36—38.
- [2] Гаврилов В.Б., Мишкорудная М.И. Спектрофотометрическое определение содержания гидроперекисей липидов в плазме крови // Лабораторное дело. — 1983. — № 3. — С. 33—36.
- [3] Кубатиев А.А., Андреев С.В. Перекиси липидов и тромбоз // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. — 1979. — № 5. — С. 414—417.
- [4] Марышева Е.Ф. Тромбоцитарный гемостаз при физической нагрузке: Дисс. ... канд. биол. наук. — Челябинск, 2003.
- [5] Момот А.П. Патология гемостаза. — СПб.: Форма Т, 2006.
- [6] Шитикова А.С., Тарковская Л.Р., Каргин В.Д. Метод определения внутрисосудистой активации тромбоцитов и его значение в клинической практике // Клинич. и лабор. диагностика. — 1997. — № 2. — С. 23—35.
- [7] Шитикова А.С. Визуальный микрометод исследования агрегации тромбоцитов // Гемостаз. Физиологические механизмы, принципы диагностики основных форм геморрагических заболеваний / Под ред. Н.Н. Петрищева, Л.П. Папаян. — СПб., 1999.
- [8] Schmith J.B., Ingerman C.M., Silver M.J. Malondialdehyde formation as an indicator of prostaglandin production by human platelet // J. Lab. Clin. Med. — 1976. — Vol. 88 (1). — P. 167—172.

THE ACTIVITY OF PLATELETS IN YOUNG PEOPLE WITH AN AVERAGE PHYSICAL ACTIVITY

**I.N. Medvedev, A.P. Savchenko,
S.Y. Zavalishina**

Kursk Institute of Social Education (branch of)
Russian State Social University
K. Marx str., 51, Kursk, Russia, 305029

People in the aged of 18—22 years old with average physical training has a stable activity of platelets. Low activity of platelets is associated with low numbers of components in their blood and has a positive effect on the circulation of blood by the young people with an average physical activity.

Key words: activity of platelet, young age, general physical conditioning, the rheological characteristics of blood, microcirculatory characteristics of platelets.