

---

## 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<sub>3</sub>-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 ( $5 \times 10^{-6}$  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  $1,96 \pm 0,19$  Д<sub>233</sub>/10<sup>9</sup> тр., достоверно не меняясь к 22 годам, и составляла в этом возрасте  $1,97 \pm 0,12$  Д<sub>233</sub>/10<sup>9</sup> тр. Уровень базального МДА в тромбоцитах — конечного продукта ПОЛ в 18 лет у обследованных составил  $0,48 \pm 0,10$  нмоль/10<sup>9</sup> тр., также сохраняясь на данном уровне до 22 лет жизни ( $0,49 \pm 0,22$  нмоль/10<sup>9</sup> 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  $9650,0 \pm 114,3$  МЕ/10<sup>9</sup> тр. и  $1720,0 \pm 17,6$  МЕ/10<sup>9</sup> тр. соответственно. В последующие сроки наблюдения у обследованных не отмечено динамики активности каталазы и СОД (в 19 лет  $9700,0 \pm 251,6$  МЕ/10<sup>9</sup> тр.,  $1700,0 \pm 17,6$  МЕ/10<sup>9</sup> тр., 20 лет —  $9660,0 \pm 132,6$  МЕ/10<sup>9</sup> тр.,  $1640,0 \pm 26,9$  МЕ/10<sup>9</sup> тр., 21 год —  $9600,0 \pm 132,7$  МЕ/10<sup>9</sup> тр.,  $1680,0 \pm 12,9$  МЕ/10<sup>9</sup> тр., 22 года —  $9920,0 \pm 184,6$  МЕ/10<sup>9</sup> тр.,  $1710,0 \pm 19,9$  МЕ/10<sup>9</sup> 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 ристомицина ( $49,4 \pm 0,22$ 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	$57,9 \pm 0,16$	$56,5 \pm 0,23$	$56,9 \pm 0,17$ $p < 0,05$	$57,2 \pm 0,09$ $p < 0,05$	$57,5 \pm 0,17$ $p < 0,05$
Ристомицин, 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 A<sub>2</sub>, регулируя выход из фосфолипидов арахидоновой кислоты с усилением образования тромбоксана A<sub>2</sub>.

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.