

УДК 616-035.1

© 2011 А.А. Супильников, А.П. Горис, Е.Г. Зарубина, С.В. Москвин

ВЛИЯНИЕ ДЕФОРМАБИЛЬНОСТИ МЕМБРАН ЭРИТРОЦИТОВ НА МИКРОЦИРКУЛЯЦИЮ У ЛИЦ РАЗЛИЧНЫХ ВОЗРАСТНЫХ ГРУПП

В работе показано, что с увеличением возраста пациентов деформируемость эритроцитарной мембраны снижается, что приводит к изменению эффективности функционирования микроциркуляторного русла.

Ключевые слова: деформируемость эритроцитов, лазерная доплеровская флоуметрия, микроциркуляция

Введение. В системе микроциркуляции эффективность доставки кислорода значительно зависит от состояния капиллярного русла и реологических свойств крови. Огромную роль в определении реологических свойств крови играют эритроциты, составляющие 98 % от общего объема форменных элементов крови [1].

Эритроцитарная мембрана обеспечивает структурную и функциональную целостность клетки, изменения которой как при физиологическом старении, так и при различных патологических процессах играют решающую роль в функционировании клеток, распознавании и селективном удалении неполноценных эритроцитов [2,3]. Деформируемость эритроцитов является важным интегральным показателем, определяющим реологические свойства крови. В нормальных физиологических условиях с возрастом деформируемость эритроцитов уменьшается, увеличивается их агрегируемость, и снижается транспортный потенциал кислорода, что отражается на состоянии системы микроциркуляции [4].

Цель исследования: установить роль деформируемости мембран эритроцитов и ее изменений на состояние микроциркуляторного кровотока и кислородную обеспеченность тканей у лиц разных возрастных групп.

Материал и методы исследования. Были обследованы практически здоровые люди (n=111) в возрасте от 20 до 59 лет, из них – 45 женщин и 66 мужчин. Для изучения возрастных особенностей эритроцитов все обследуемые люди были разбиты на четыре группы: от 20-29 лет; от 30-39 лет; от 40-49 лет; от 50-59 лет. Эритроциты получали из крови обследуемых людей путем пункции локтевой вены. Фракции эритроцитов очищали с помощью трехкратной отмывки раствором низкой ионной силы Liss (производитель ООО «Гематолог») с режимом центрифугирования при 2700 об/мин в течение 8 минут.

Определение деформируемости эритроцитарной мембраны проводилось методом «лазерный пинцет». Принцип метода основан на измерении посредством лазерного излучения относительного удлинения эритроцитов. Размер эритроцита определялся по его теневому контуру. Деформируемость определялась при помощи программы контурного анализа клеток [5].

Для выяснения степени влияния деформируемости эритроцитов на микроциркуляцию и кислородную обеспеченность тканей нами было проведено исследование микроциркуляции крови у этих же групп людей с использованием метода лазерной доплеровской флоуметрии [6] со спектральным анализом колебаний кровотока на многофункциональном лазерном диагностическом комплексе «ЛАКК-М» («ЛАЗМА», РФ). Определялись параметры: среднее значение перфузии (М, перф. ед.), сатурация смешанной (капиллярной) крови (SO₂, %), от-

носительный объем фракции эритроцитов (Vr , мм³), индекс перфузионной сатурации кислорода в микрокровотоке ($SOM = SO_2/M$, усл.ед.), индекс удельного потребления кислорода в ткани ($U = SpO_2 / SO_2$, усл.е.), сатурация артериальной крови (SpO_2) в коже подушечек пальцев правой руки.

Статистическую обработку данных проводили с помощью пакета программ Statistica for Windows 6.0. Достоверность различий средних величин оценивали при уровне значимости $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. Было установлено, что в крови обследованных из всех четырех групп наблюдения содержатся разные субпопуляции эритроцитов, обладающие разными параметрами эластичности мембран.

Так как согласно литературным данным [1], эритроциты проходят через капилляры вдвое меньшего, чем они диаметра, мы отнесли красные клетки крови, которые дают прирост диаметра до 55 % к функционально «старым» или ригидным, а клетки, которые способны деформироваться более чем на 56 %, к фракциям «молодых» и «средних» по срокам «жизни» в кровотоке. Было установлено, что у обследованных групп соотношение ригидных и эластичных клеток в кровотоке с возрастом изменяется (рис. 1).

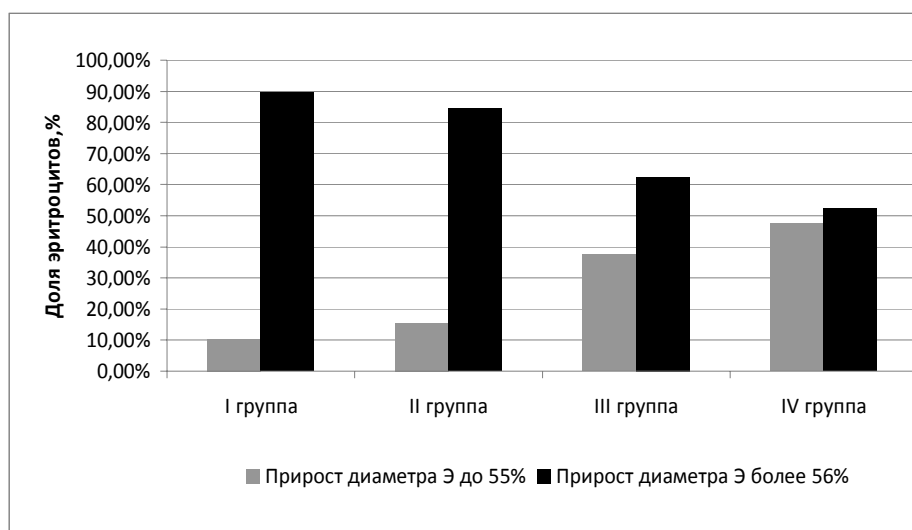


Рис.1. Соотношение различных по эластичности клеток крови у пациентов групп наблюдения

Наиболее существенные изменения эластичности мембран клеток крови начинают происходить после 40 лет, причем наиболее значительно в интервале от 40 до 50 лет, что, возможно, связано с возрастной эндокринной перестройкой организма. Так, во второй группе по сравнению с первой показатели деформируемости мембран эритроцитов, по нашим данным, снизились на 47,6 % ($p < 0,001$), в третьей группе по сравнению с пациентами второй клинической группы число ригидных клеток увеличилось в 2,4 раза ($p < 0,001$) и далее (в четвертой группе) возросло еще на 26,9 % ($p < 0,05$).

Для выяснения степени влияния деформируемости эритроцитов на микроциркуляцию и кислородную обеспеченность тканей у пациентов проводили измерения на многофункциональном лазерном диагностическом комплексе «ЛАКК-М».

Полученные показатели микроциркуляции у пациентов описанных групп представлены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели периферической микроциркуляции у пациентов разных возрастных групп

Показатель	I группа, n=31	II группа, n=29	III группа, n=28	IV группа, n=23
M, перф. ед.	16,1±0,5	16,0±0,6	13,2±0,4*	11,2±0,4**
SO ₂ , %	77,6±1,1	78,3±1,2	80,2±1,3	80,6±1,4
SpO ₂	99,9±0,1	99,8±0,2	98,3±0,1	97,1±0,1
Vr, мм ³	19,6±0,3	19,3±0,4	14,3±0,3**	12,3±0,3**
SOM= SO ₂ /M, усл.ед.	4,8	4,9	6,1	7,2
U= SpO ₂ / SO ₂ , усл.е.	1,28	1,27	1,22	1,20
Пульс уд./мин	72,7±2,4	75,4±2,2	77,2±2,3	84,2±2,3

* p<0,05 по сравнению со значением показателя в других группах

** p<0,001 по сравнению со значением показателя в других группах

У обследованных из первой группы отмечались наиболее низкие значения индекса перфузионной сатурации кислорода в микрокровотоке – 4,8 усл. ед., что свидетельствовало о том, что клетки тканей активно усваивают кислород из перфузируемой крови. Это подтверждалось наиболее высоким значением индекса удельного потребления кислорода тканями, который составлял 1,28 усл.ед. Аналогичные показатели отмечались и у лиц из второй клинической группы.

В отличие от них у пациентов третьей и четвертой клинических групп отмечалось значительное (на 21,2 %, p<0,05 и 42,9 %, p<0,001) снижение среднего значения перфузии. При этом уменьшался объем фракции эритроцитов, проходящих через микрососуды (на 35,0 %, p<0,001 и на 59,3 %, p<0,001), что, возможно, было связано с нарушением реологических свойств крови на фоне повышения жесткости эритроцитарной стенки. Эти изменения сопровождалось значительным снижением эффективности газообмена у данных групп людей: на 24,5 % и на 50 % возрастал индекс перфузионной сатурации кислорода в микрокровотоке и снижался индекс удельного потребления кислорода в тканях (на 5,0 % и на 6,6 %).

Выводы. Таким образом, функциональное состояние мембран эритроцитов у здоровых людей изменяется с возрастом в сторону увеличения жесткости и снижения деформабильности клеточных стенок, что неизбежно отражается на особенностях микроциркуляции и кислородного обеспечения тканей пациентов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байбеков И.М., Мавлян-Ходжиев Р.Ш., Эрстекис А.Г., Москвин С.В. Эритроциты в норме, патологии и при лазерных воздействиях. М. Тверь: «Издательство Триада», 2008. С. 4-8.
2. Лисовская И.Л. Популяционная характеристика эритроцитов человека в норме и патологии; фильтрационно-осмотические методы исследования деформируемости: Автореф. докт. биол. наук. Москва, 2004. 31 с.
3. Зинчук В.В. Деформируемость эритроцитов: физиологические аспекты // Успехи физиол. Наук. 2001. № 32. 66 с.
4. Муравьев А.В., Тихомирова И.А., Булаева С.В. и др. Изменение микрореологических свойств эритроцитов с возрастом: роль Ca²⁺ // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2007. Т. 6, № 4. 61 с.
5. Коробцов А.В., Котова С.П., Лосевский Н.Н., Майорова А.М., Кленов Р.О., Кленова Н.А. Применение лазерного пинцета для изучения механических свойств эритроцитов // Известия Самарского науч. центра Российской академии наук. 2009. № 3. Т. 11. 77с.
6. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови Руководство для врачей / Под ред. Крупаткина А.И., Сидорова В.В. М.: ОАО «Издательство «Медицина», 2005. 256 с.