

2642. doi: 10.1080/13880209.2016.1176057.

42. Nilsen T.I., Vatten L.J. Prospective study of colorectal cancer risk and physical activity, diabetes, blood glucose and BMI: exploring the hyperinsulinaemia hypothesis // *Br J Cancer*. 2001. No. 84(3). 417-22. doi: 10.1054/bjoc.2000.1582.

43. Obesity and risk of colorectal cancer: a systematic review of prospective studies. Ma Y. [et al] // *PLoS One*. 2013. No. 8(1). e53916. doi: 10.1371/journal.pone.0053916.

44. Population-based family history-specific risks for colorectal cancer: a constellation approach / Taylor D.P. [et al] // *Gastroenterology*. 2010. No. 138(3). 877-85. doi: 10.1053/j.gastro.2009.11.044.

45. Prospective study reveals associations between colorectal cancer and type 2 diabetes mellitus or insulin use in men / Campbell P.T. [et al] // *Gastroenterology*. 2010. No. 139(4). 1138-46. doi: 10.1053/j.gastro.2010.06.072.

46. Risk Factors for the Diagnosis of Colorectal Cancer / Lewandowska A. [et al] // *Cancer Control*. 2022. No.29. 10732748211056692. doi: 10.1177/10732748211056692

47. Risk of colorectal cancer after breast

cancer / Newschaffer C.J. [et al] // *Lancet*. 2001. No. 357(9259). 837-40. doi: 10.1016/S0140-6736(00)04197-0

48. Sex hormones and risk of breast cancer in premenopausal women: a collaborative reanalysis of individual participant data from seven prospective studies / Key T.J. [et al] // *Lancet Oncol*. 2013. No. 14(10). 1009-19. doi: 10.1016/S1470-2045(13)70301-2.

49. Socioeconomic status and the risk of colorectal cancer: an analysis of more than a half million adults in the National Institutes of Health-AARP Diet and Health Study / Doubeni C.A. [et al] // *Cancer*. 2012. No. 118(14). 3636-44. doi: 10.1002/cncr.26677.

50. The Association between Hypertriglyceridemia and Colorectal Cancer: A Long-Term Community Cohort Study in Taiwan / Hsu S.H. [et al] // *Int J Environ Res Public Health*. 2022. No. 19(13). 7804. doi: 10.3390/ijerph19137804.

51. The increased risk of colon cancer due to cigarette smoking may be greater in women than men / Parajuli R. [et al] // *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*. 2013. No. 22(5).862-71. doi: 10.1158/1055-9965.EPI-12-1351.

52. The relationship between drinking alcohol and esophageal, gastric or colorectal cancer: A nationwide population-based cohort study of South Korea / Choi Y.J. [et al] // *PLoS One*. 2017. No.12(10). e0185778. doi: 10.1371/journal.pone.0185778.

53. The risk of colorectal cancer in patients with type 2 diabetes: associations with treatment stage and obesity / Peeters P.J. [et al] // *Diabetes Care*. 2015. No. 38(3). 495-502. doi: 10.2337/dc14-1175.

54. Tobacco smoking and colorectal cancer: a population-based case-control study in Newfoundland and Labrador / Zhao J. [et al] // *Can J Public Health*. 2010. No. 101(4):281-9. doi: 10.1007/BF03405287.

55. Type 2 Diabetes and Colorectal Cancer Risk / Lawler T. [et al] // *JAMA Netw Open*. 2023. No. 6(11). e2343333. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2023.43333.

56. Yang Y.X., Hennessy S., Lewis J.D. Type 2 diabetes mellitus and the risk of colorectal cancer // *Clin Gastroenterol Hepatol*. 2005. No. 3(6). 587-94. doi: 10.1016/s1542-3565(05)00152-7.

DOI 10.25789/YMJ.2024.87.03

УДК 612.11

В.П. Патракеева, Е.В. Контиевская, О.Е. Карякина СООТНОШЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАПИЛЛЯРНОЙ И ВЕНОЗНОЙ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ, ОЦЕНКА ИХ ИЗМЕНЕНИЯ ПОСЛЕ ОБЩЕГО КРАТКОВРЕМЕННОГО ОХЛАЖДЕНИЯ

Проведен сравнительный анализ показателей капиллярной и венозной крови у практически здоровых людей до и после общего охлаждения. Установлено, что в капиллярной крови более высокий уровень лейкоцитов обеспечивается преимущественно за счет зрелых форм моноцитов, нейтрофилов, эозинофилов и базофилов. Значимых различий в уровне лимфоцитов не установлено. Реакцией на охлаждение, в зависимости от гематологической пробы, является повышение циркулирующего пула лейкоцитов в капиллярной крови за счет усиления миграции клеток и активации рециркуляции лимфоцитов, а венозной – повышение выхода из депо нейтрофилов. Эритроциты капиллярной крови имеют большую вариативность по размеру. После охлаждения эритроцитарные показатели капиллярной и венозной крови имеют одинаковую тенденцию к повышению, с более высоким темпом прироста в капиллярной пробе, что может отражать значимость их в регуляции гомеостаза мелких сосудов при охлаждении. В капиллярной крови уровень тромбоцитов ниже, но популяция их более гетерогенна и выше содержание крупных клеток. При общем охлаждении тромбоцитарные показатели вне зависимости от гематологической пробы значимо не изменились. Таким образом, изменения в составе венозной крови отражают классическую реакцию на стресс с повышением уровня сегментоядерных нейтрофилов. Изменения показателей капиллярной крови направлены на поддержание гомеостаза мелких сосудов, повышение пула функционально активных и рециркулирующих клеток, обеспечивающих эффективный ответ на антигенное воздействие.

Ключевые слова: капиллярная кровь, венозная кровь, лейкограмма, гемограмма, общее охлаждение, адаптация.

A comparative analysis of capillary and venous blood parameters in practically healthy people before and after general cooling was carried out. It has been established that in capillary blood a higher level of leukocytes is provided mainly by mature forms of monocytes, neutrophils, eosinophils and basophils. There were no significant differences in the level of lymphocytes. The response to cooling, depending on the hematological test, is an increase in the circulating pool of leukocytes in capillary blood due to increased cell migration and activation of lymphocyte recycling, and in venous blood - an increase in the output of neutrophils from the depot. Red blood cells in capillary blood have a large degree of variation in size. After cooling, erythrocyte indices of capillary and venous blood have the same tendency to increase, with a higher rate of increase in the capillary sample, which may reflect their importance in the regulation of the homeostasis of small vessels during cooling. In capillary blood the level of platelets

is lower, but their population is more heterogeneous and the content of large cells is higher. With general cooling, platelet parameters, regardless of the hematological test, did not change significantly. Thus, changes in the composition of venous blood reflect the classic response to stress with an increase in the level of segmented neutrophils. Changes in capillary blood parameters are aimed at maintaining the homeostasis of small vessels, increasing the pool of functionally active and recirculating cells that provide an effective response to antigenic influence.

Keywords: capillary blood, venous blood, leukogram, hemogram, general cooling, adaptation.

ФИЦ им. акад. Н.П. Лаврова УрО РАН, Ин-т физиологии природных адаптаций: ПАТРАКЕЕВА Вероника Павловна – к.б.н., в.н.с., зав. лаб., patrakeewa.veronika@yandex.ru, КОНТИЕВСКАЯ Елена Владимировна – м.н.с., КАРЯКИНА Ольга Евгеньевна – к.б.н., с.н.с.

Введение. Общий анализ крови является наиболее часто выполняемым исследованием, необходимым для оценки состояния пациента. Капиллярную кровь принято использовать в качестве альтернативы венозной крови при проведении общеклинического анализа на гематологических анализаторах. Тем не менее существует ряд отличий в определяемых показателях данных видов крови. У капиллярной крови выше средний индекс гемолиза, что необходимо учитывать, если анализ не проводится в течение 24 ч после забора крови [8, 26]. Кроме того, показано, что тонкая апертура гематологического анализатора (капилляр 75 микрон) может засоряться продуктами деструкции эпителия и другими фрагментами тканей при взятии капиллярной крови, которые автоматически просчитываются как клетки крови, искажая действительную картину [2]. Сыворотка венозной и капиллярной крови не может быть взаимозаменяемой при оценке концентрации липидов и липопротеинов, уровни которых в капиллярной крови достоверно ниже [12]. Сравнительные исследования содержания в сыворотке венозной и капиллярной крови калия, хлоридов, натрия, кальция, фосфора, креатинина, общего белка, мочевины, билирубина, АСАТ, АЛАТ, ЛД, инсулина, тироксина, тиреотропного гормона (ТТГ), глюкозы неоднозначны и противоречивы [8, 13, 18, 21, 29]. Кроме того, данные показатели значительно изменяются под влиянием физических нагрузок, стресса и пр. [27, 28]. Оценка уровней эритроцитарных, тромбоцитарных и лейкоцитарных показателей венозной и капиллярной крови также весьма неоднозначна, хотя принято считать, что различия в показателях не имеют клинического значения [6, 11, 14, 15]. По данным большинства источников, количество тромбоцитов венозной крови превышает их содержание в капиллярной крови [1- 3, 5, 24]. Это может быть связано с активацией тканевых факторов агрегации тромбоцитов, выделяющихся при прокалывании тканей пальца. Кроме того, в тканевой жидкости имеется высокий титр антител, опосредующих связывание с поверхностными гликопротеинами тромбоцита в присутствии такого антикоагулянта, как ЭДТА [1, 2, 11]. Особенностью эндотелиальных клеток капилляров является высокая экспрессия молекул HLA-DRII и молекул адгезии, что позволяет им активно захватывать, адгезировать и инфильтрировать иммунные клетки [25]. Число

эритроцитов капиллярной крови выше по данным [1, 5, 24]. В других исследованиях показано, что содержание эритроцитов, гемоглобина, лимфоцитов, нейтрофилов и гематокрит венозной крови незначительно ниже или равно их числу в капиллярной крови [2, 10]. Уровень гемоглобина, гематокрита капиллярной крови выше, чем венозной, по данным [1, 2, 5, 24]. Оценка гемоглобина в капиллярной крови не рекомендуется при диагностике анемии, т.к. показатели часто бывают занижены по сравнению с венозной кровью, что приводит к постановке ложного диагноза [23]. Есть данные, что параметры крови, связанные с эритроцитами, более стабильны, чем параметры, относящиеся к лейкоцитам или тромбоцитам [10]. По некоторым данным, уровень лейкоцитов капиллярной крови выше [1, 2, 5, 24]. Выявляемые различия в содержании лейкоцитарных и эритроцитарных показателей в капиллярной и венозной крови могут быть результатом немедленного локального накопления лейкоцитов при стимуляции пункции кожи, а также за счет отсутствия в образцах капиллярной крови дополнительного количества тканевой жидкости, влияющей на соотношение жидкой и клеточной составляющих гематологических проб [2]. Уровень лейкоцитов в крови динамично изменяется под влиянием различных факторов, таких как физическая нагрузка, стресс, изменение рациона питания, влияние климатических условий и т.д. Ранее нами было показано, что после общего кратковременного охлаждения формируется 3 варианта реагирования со стороны лимфоцитов, что проявляется в сохранении их уровня, снижении, либо повышении их числа в циркуляции в венозной крови [4]. Воздействию низких температур подвергаются в первую очередь мелкие периферические сосуды, происходит их спазм, изменяется агрегация клеток, их миграционная и функциональная активность, что определяет динамические изменения показателей крови, направленные на сохранение гомеостаза организма. Оценка фонового уровня и изменений лейкоцитарных, эритроцитарных и тромбоцитарных показателей в разных гематологических пробах при кратковременном общем охлаждении позволит определить особенности и соотношение формирования адаптивных реакций, что необходимо при изучении влияния стрессовых факторов и интерпретации результатов при использовании разных гематологических проб. Знание соотношения реак-

ций в капиллярной и венозной крови в норме, при патологии или воздействии внешних факторов необходимо, т.к. капиллярный отбор проб в последнее время все чаще рассматривается как альтернатива венозному в связи с большей доступностью, меньшим дискомфортом для пациента, возможностью более частого и быстрого получения образца и его анализа.

Цель – провести сравнительный анализ адаптивных изменений со стороны лейкоцитарных, эритроцитарных и тромбоцитарных показателей капиллярной и венозной крови до и сразу после общего кратковременного охлаждения у практически здоровых людей.

Сокращения: WBC – лейкоциты, RBC – эритроциты, HGB – гемоглобин, HCT – гематокрит, MCV – средний объем эритроцита, MCH – среднее содержание гемоглобина в эритроците, MCHC – насыщение эритроцитов гемоглобином, RDW-SD – индекс распределения эритроцитов, RDV-CV – степень отклонения размера эритроцитов от нормального, PLT – тромбоциты, PDW – ширина распределения тромбоцитов, MPV – средний объем тромбоцита, P-LCR – процент содержания крупных тромбоцитов, PCT – тромбокрит.

Материалы и методы исследования. Проведено изучение гематологических и иммунологических показателей у 212 практически здоровых человек трудоспособного возраста до и сразу после их общего охлаждения в течение 5 мин в холодильной камере (УШЗ-25Н, Россия) при -25°C. Волонтеры находились в хлопковой одежде под постоянным видеонаблюдением, не имели на период исследования острых и обостренных хронических заболеваний, ранее и в настоящее время не занимались закаливанием. Забор крови проводился квалифицированным медперсоналом до и сразу после нахождения в холодильной камере, из локтевой вены, в вакуумные пробирки Vacuette с ЭДТА для получения плазмы и проведения гематологических исследований; с активатором свёртывания крови для получения сыворотки. Сыворотку и плазму отделяли центрифугированием. Образцы однократно замораживались при температуре минус 20°C. Лейкограмму и гемограмму определяли на гематологическом анализаторе XS-1000i («Sysmex», Япония). В мазках крови, окрашенных по Романовскому-Гимзе, на микроскопе Nikon NemaVision при иммерсионном увеличении $\times 40$ изучали лимфоцитогамму по мето-

ду Кассирского И.А., с определением содержания больших (более 12 мкм), средних (от 8 до 12 мкм) и малых (до 8 мкм) лимфоцитов; моноцитограмму по методу Григоровой О.П., с дифференцировкой мононуклеаров на промоноциты, моноциты и полиморфноядерные клетки; нейтрограмму с подсчетом до 100 нейтрофильных лейкоцитов, среди которых выделяли клетки с 1, 2, 3, 4, 5 и более сегментами ядра. Результаты исследования обработаны с использованием пакета прикладных программ «Statistica 6.0» («StatSoft», США). Для проверки данных на нормальность распределения использовали критерий нормальности Шапиро – Уилка. Для описания данных использовали медиану (Me) и 25–75 перцентили. Статистическая значимость различий определялась с помощью непараметрического Т-критерия Вилкоксона. Критический уровень значимости (р) при проверке статистических гипотез принимали равным 0,05. Для оценки скорости изменения уровней показателей были рассчитаны темпы прироста и убыли.

Результаты и обсуждение. Сравнительный анализ показателей венозной и капиллярной крови до общего охлаждения представлен в табл.1. Не установлено достоверных различий в уровне эритроцитов, HGB, MCH, MCHC и лимфоцитов. При изучении лимфоцитограммы показано, что в венозной крови выше содержание больших форм лимфоцитов, уровни малых и средних лимфоцитов значимо не отличаются. В капиллярной крови выше такие показатели, как HCT, RDW-SD, RDW-CV, PDW, MPV, P-LCR. Средний уровень лейкоцитов, эозинофилов, базофилов, моноцитов и нейтрофилов также выше в капиллярной крови. Более высокий уровень нейтрофилов в капиллярной крови обеспечивается за счет зрелых сегментоядерных клеток с двумя, тремя и четырьмя сегментами ядра. Для моноцитограммы капиллярной крови характерно более высокое содержание зрелых и полиморфноядерных моноцитов.

Проведен сравнительный анализ изменения показателей венозной и капиллярной крови после общего кратковременного охлаждения. Установлено, что количество лейкоцитов в венозной крови повышается с 5,13 (4,13 – 6,14) до 5,46 (4,06 – 6,52) $\times 10^9$ /кл/л (р=0,006), в капиллярной – с 5,55 (4,74 – 6,57) до 6,07 (5,00 – 7,36) $\times 10^9$ /кл/л (р=0,001). Для оценки динамики изменений показателей капиллярной и венозной крови были рассчитаны темпы прироста

и убыли лейкоцитов. Определено, что скорость прироста числа лейкоцитов в капиллярной крови выше фактически в 3 раза и составила 9,4% против 3,61% в венозной крови.

Изменение уровня нейтрофилов. В капиллярной крови возрастает общее число нейтрофилов с 2,86 (2,15 – 3,59) до 3,15 (2,34 – 4,09) $\times 10^9$ /кл/л (р=0,001), без достоверного изменения уровня палочкоядерных клеток, концентрации которых до и после общего охлаждения составили соответственно 0,20 (0,09 – 0,28) и 0,18 (0,10 – 0,26) $\times 10^9$ /кл/л. Регистрируется повышение содержания сегментоядерных нейтрофилов с 2,82 (2,14 – 3,45) до 3,06 (2,31 – 3,38) $\times 10^9$ /кл/л (р=0,027). При изучении структуры сегментограммы установлено повышение числа клеток с двумя, тремя и четырьмя сегментами ядра (табл. 2). В венозной крови уровень нейтрофилов также значимо повышается с 2,46 (2,00 – 3,19) до 2,89 (2,09 – 3,72) $\times 10^9$ /кл/л (р=0,001), без изменения уровня палочкоядерных клеток (0,18 (0,09 – 0,29) и 0,18 (0,10 – 0,32) $\times 10^9$ /кл/л) и с повышением числа сегментоядерных нейтрофилов с 2,27 (1,78 – 2,98) до 2,62 (1,90 – 3,44) $\times 10^9$ /кл/л (р=0,001). В структуре сегментограммы возрастает число клеток с двумя, тремя и четырьмя сегментами ядра.

Несмотря на одинаковую динамику изменения в циркуляции нейтрофилов, темпы прироста значительно различаются. В капиллярной крови темп прироста общего числа нейтрофилов составил 10,1%, сегментоядерных клеток – 9,65%; в венозной крови скорость прироста для нейтрофилов составила 17,8, для сегментоядерных форм – 15,4%. Более активное повышение числа нейтрофилов и их сегментоядерных форм в венозной крови является классической реакцией на раздражающий фактор и может быть связано с выходом клеток из депо в ответ на стрессовое воздействие, т.к. такой короткий период влияния негативного фактора исключает вероятность накопления клеток за счет активизации пролиферации. Однако хроническое воздействие стрессового фактора влияет на функциональную активность нейтрофилов, с активизацией образования ими нейтрофильных ловушек, что значительно изменяет микроокружение и повышает вероятность повреждения окружающих тканей, более явно проявляющегося при патологических состояниях [9, 20].

Изменение уровня моноцитов. В венозной крови не установлено из-

менения уровня моноцитов (0,43 (0,30 – 0,56) $\times 10^9$ /кл/л – до общего охлаждения и 0,44 (0,28 – 0,58) $\times 10^9$ /кл/л – после). В структуре моноцитограммы также не выявлено значимых различий. Число промоноцитов составило 0,14 (0,09 – 0,22) и 0,14 (0,08 – 0,25) $\times 10^9$ /кл/л, соответственно до и после холодового воздействия; зрелых моноцитов – 0,14 (0,08 – 0,22) и 0,12 (0,07 – 0,23) $\times 10^9$ /кл/л; полиморфноядерных – 0,05 (0,03 – 0,06) и 0,04 (0,02 – 0,06) $\times 10^9$ /кл/л. В капиллярной крови содержание моноцитов значимо повышается с 0,57 (0,46 – 0,82) до 0,65 (0,49 – 0,88) $\times 10^9$ /кл/л (р=0,001). Оценивая структуру моноцитограммы, можно сказать, что повышение общего уровня моноцитов происходит преимущественно за счет промоноцитов (0,14 (0,01 – 0,24) – до охлаждения и 0,16 (0,01 – 0,26) $\times 10^9$ /кл/л – после охлаждения, р=0,021). Содержание зрелых моноцитов и полиморфноядерных форм фактически не изменяется и составляет соответственно 0,23 (0,16 – 0,34) и 0,25 (0,16 – 0,35) $\times 10^9$ /кл/л; 0,07 (0,05 – 0,10) и 0,07 (0,05 – 0,10) $\times 10^9$ /кл/л. Повышение числа моноцитов в капиллярной крови свидетельствует о необходимости поступления данных клеток в ткани для участия в адаптивных процессах. Учитывая отсутствие в динамике уровня моноцитов венозной крови, можно предположить, что повышение числа клеток происходит за счет активной миграции клеток в более мелкие сосуды из пристеночного пула более крупных сосудов, а не за счет циркулирующей части популяции. Длительное и хроническое воздействие стрессового фактора посредством повышенного уровня глюкокортикоидов активирует трафик моноцитов из селезенки, причем уровень их в циркуляции превышает скорость выхода в ткани [7].

Изменение уровня лимфоцитов. Как в капиллярной, так и в венозной крови абсолютное число лимфоцитов значимо не изменяется. В капиллярной крови содержание лимфоцитов составило 1,80 (1,21 – 2,15) – до охлаждения и 1,74 (1,32 – 2,19) $\times 10^9$ /кл/л – после; в венозной – 2,02 (1,42 – 2,58) и 1,90 (1,46 – 2,47) $\times 10^9$ /кл/л соответственно. Установлено снижение относительных уровней лимфоцитов: в венозной крови с 39 (32,5 – 46,0) до 36,0 (30,0 – 43,1)% (р=0,001); в капиллярной – 30,3 (24,2 – 35,3) до 28,2 (23,1 – 34,8) $\times 10^9$ /кл/л (р=0,001). Оценивая структуру лимфоцитограммы показано, что в капиллярной крови возрастает число малых форм лимфоцитов,

Таблица 1

Показатели венозной и капиллярной крови до общего охлаждения, Ме(25-75)

Показатель	Капиллярная кровь, n=212	Венозная кровь, n=212	Уровень значимости различий, p
WBC (лейкоциты), 10^9 кл/л	5,55 (4,74 – 6,57)	5,13 (4,13 – 6,14)	0,002
RBC (эритроциты), 10^{12} кл/л	4,61 (4,28 – 4,96)	4,58 (4,22 – 4,90)	-
HGB (гемоглобин), г/л	137 (126 – 150)	136 (124 – 143)	-
HCT (гематокрит), %	40,3 (38,0 – 44,5)	39,1 (36,8 – 42,3)	0,029
MCV (средний объем эритроцита), фл	88,1 (85,2 – 92,1)	86,3 (82,6 – 90,0)	-
MCH (среднее содержание гемоглобина в эритроците), пг	29,8 (28,7 – 31,2)	29,3 (28,4 – 30,5)	-
MCHC (насыщение эритроцитов гемоглобином) г/л	338 (329 – 344)	340 (332 – 349)	-
RDW-SD (индекс распределения эритроцитов), фл	41,8 (39,5 – 44,4)	39,8 (37,5 – 42,3)	0,018
RDW-CV (степень отклонения размера эритроцитов от нормального), %	13,3 (12,6 – 14,1)	12,9 (12,4 – 13,6)	0,001
PLT (тромбоциты), 10^9 кл/л	192 (161 – 239)	228 (181 – 266)	0,001
PDW (ширина распределения тромбоцитов), %	15,1 (13,5 – 16,6)	13,9 (12,7 – 15,7)	0,001
MPV (средний объем тромбоцита), фл	11,5 (10,7 – 12,2)	10,9 (10,3 – 11,6)	0,001
P-LCR (процент содержания крупных тромбоцитов), %	37,5 (31,3 – 42,9)	33,3 (29,0 – 39,0)	0,001
PCT (тромбоцитрит), %	0,22 (0,18 – 0,27)	0,25 (0,22 – 0,29)	0,001
Эозинофилы, 10^9 кл/л	0,14 (0,09 – 0,20)	0,11 (0,06 – 0,17)	0,001
Базофилы, 10^9 кл/л	0,04 (0,02 – 0,11)	0,02 (0,01 – 0,03)	0,001
Нейтрофилы и сегментограмма			
Нейтрофилы, 10^9 кл/л	2,86 (2,15 – 3,59)	2,63 (2,04 – 3,34)	0,013
Палочкоядерные нейтрофилы, 10^9 кл/л	0,20 (0,09 – 0,28)	0,18 (0,09 – 0,29)	-
Сегментоядерные нейтрофилы, 10^9 кл/л	2,82 (2,14 – 3,45)	2,27 (1,78 – 2,98)	0,005
Нейтрофилы с 2-мя сегментами ядра, 10^9 кл/л	0,94 (0,59 – 1,23)	0,74 (0,55 – 1,03)	0,001
Нейтрофилы с 3-мя сегментами ядра, 10^9 кл/л	1,27 (1,00 – 1,60)	0,95 (0,73 – 1,31)	0,031
Нейтрофилы с 4-мя сегментами ядра, 10^9 кл/л	0,57 (0,37 – 0,81)	0,39 (0,25 – 0,56)	0,001
Нейтрофилы с 5-ю сегментами ядра, 10^9 кл/л	0,07 (0,04 – 0,11)	0,06 (0,03 – 0,11)	-
Лимфоциты и лимфоцитограмма			
Лимфоциты, 10^9 кл/л	1,79 (1,21 – 2,15)	1,80 (1,36 – 2,26)	-
Малые лимфоциты, 10^9 кл/л	1,10 (0,79 – 1,43)	1,10 (0,79 – 1,59)	-
Средние лимфоциты, 10^9 кл/л	0,54 (0,40 – 0,74)	0,56 (0,39 – 0,73)	-
Большие лимфоциты, 10^9 кл/л	0,14 (0,11 – 0,20)	0,18 (0,12 – 0,25)	0,005
Моноциты и моноцитограмма			
Моноциты, 10^9 кл/л	0,53 (0,43 – 0,64)	0,43 (0,30 – 0,56)	<0,001
Промоноциты, 10^9 кл/л	0,14 (0,01 – 0,24)	0,14 (0,09 – 0,22)	-
Моноциты, 10^9 кл/л	0,230 (0,162 – 0,337)	0,135 (0,078 – 0,224)	<0,001
Полиморфноядерные моноциты, 10^9 кл/л	0,07 (0,05 – 0,10)	0,04 (0,03 – 0,06)	<0,001

при снижении средних форм и больших (табл. 3). В венозной крови регистрируется такая же тенденция.

Темп снижения уровня лимфоцитов капиллярной крови ниже и составил -6,9%, в венозной крови этот показатель -7,7%. Несмотря на схожую динамику в структуре лимфоцитограмм, темпы прироста и снижения свиде-

тельствуют о более быстром повышении числа малых форм лимфоцитов в капиллярной крови (темпы прироста 11,9% против 5% в венозной крови) и более медленном снижении средних и больших форм лимфоцитов (темпы убыли -15,1% и -10,3% в капиллярной крови, -24,9% и -28,0% – в венозной крови). Малые лимфоциты представ-

ляют собой основную популяцию рециркулирующих долгоживущих клеток, т.е. повышение их уровня в капиллярной крови свидетельствует об участии этой части лимфоцитов в поддержании гомеостаза при воздействии низких температур с последующей миграцией их в лимфатические узлы и органы для антигенстимулированной диф-

Таблица 2

Структура нейтрограммы до и сразу после кратковременного общего охлаждения, Ме(25-75)

Показатель	До общего охлаждения	После общего охлаждения	Уровень значимости различий, р
Капиллярная кровь			
2 сегмента ядра, 10 ⁹ кл/л	0,94 (0,59 – 1,23)	1,03 (0,75 – 1,58)	0,025
3 сегмента ядра, 10 ⁹ кл/л	1,27 (0,99 – 1,61)	1,50 (1,18 – 2,03)	0,001
4 сегмента ядра, 10 ⁹ кл/л	0,57 (0,37 – 0,81)	0,65 (0,41 – 0,920)	0,001
5+ сегментов ядра, 10 ⁹ кл/л	0,07 (0,04-0,11)	0,09 (0,06-0,13)	0,060
Венозная кровь			
2 сегмента ядра, 10 ⁹ кл/л	0,74 (0,55 – 1,03)	0,80 (0,54 – 1,18)	0,046
3 сегмента ядра, 10 ⁹ кл/л	0,95 (0,73 – 1,32)	1,06 (0,72 – 1,44)	0,002
4 сегмента ядра, 10 ⁹ кл/л	0,39 (0,25 – 0,56)	0,42 (0,27 – 0,67)	0,001
5+ сегментов ядра, 10 ⁹ кл/л	0,06 (0,03-0,11)	0,06 (0,04-0,14)	0,146

Таблица 3

Структура лимфоцитогаммы до и сразу после кратковременного общего охлаждения, Ме(25-75)

Показатель	До общего охлаждения	После общего охлаждения	Уровень значимости различий, р
Капиллярная кровь			
Малые лимфоциты, 10 ⁹ кл/л	1,01 (0,79 – 1,43)	1,23 (0,86 – 1,54)	0,001
Средние лимфоциты, 10 ⁹ кл/л	0,54 (0,41 – 0,73)	0,46 (0,34 – 0,64)	0,006
Большие лимфоциты, 10 ⁹ кл/л	0,14 (0,11 – 0,20)	0,12 (0,07 – 0,20)	0,025
Венозная кровь			
Малые лимфоциты, 10 ⁹ кл/л	1,10 (0,79 – 1,60)	1,15 (0,87 – 1,62)	0,036
Средние лимфоциты, 10 ⁹ кл/л	0,56 (0,39 – 0,73)	0,42 (0,28 – 0,64)	0,001
Большие лимфоциты, 10 ⁹ кл/л	0,18 (0,12 – 0,25)	0,13 (0,09 – 0,18)	0,001

Таблица 4

Изменение уровня тромбоцитов и тромбоцитарных показателей до и сразу после кратковременного общего охлаждения, Ме(25-75)

Показатель	До общего охлаждения	После общего охлаждения	Уровень значимости различий, р
Капиллярная кровь			
PLT, 10 ⁹ кл/л	192 (161,0 - 239,0)	208,5 (162,0 - 247,0)	0,133
PDW, %	15,10 (13,50 - 16,60)	15,3 (13,2 - 16,8)	0,340
PCT, %	0,22 (0,18 - 0,27)	0,230 (0,200 - 0,280)	0,368
MPV, фл	11,5 (10,7 – 12,2)	11,4 (10,7 – 12,1)	0,239
P-LCR, %	37,5 (31,3 – 42,9)	37,1 (30,8 – 42,5)	0,081
Венозная кровь			
PLT, 10 ⁹ кл/л	228 (181 – 266)	230 (181 – 275)	0,488
PDW, %	13,9 (12,7 – 15,7)	14,1 (12,6 – 15,4)	0,324
PCT, %	0,25 (0,22 - 0,29)	0,260 (0,210 - 0,290)	0,132
MPV, фл	10,9 (10,3 – 11,6)	10,9 (10,3 – 11,5)	0,114
P-LCR, %	33,3 (29,0 – 39,0)	33,6 (28,7 – 38,5)	0,115

ференцировки и пролиферации [16]. Снижение числа больших и средних лимфоцитов, вероятно, происходит за счет повышения их адгезии и перехода в пристеночный пул. Известно, что большие и средние лимфоциты в большей своей части не рециркулируют, а мигрируют в *lamina propria* тонкой кишки, где трансформируются в плазматические клетки.

Изменение уровня эозинофилов и базофилов. В капиллярной крови повышается содержание эозинофилов с 0,16 (0,10 – 0,25) до 0,32 (0,16 – 1,00) × 10⁹кл/л (р=0,019), без достоверного изменения уровня базофилов (0,04 (0,02 – 0,11) и 0,04 (0,02 – 0,09) × 10⁹кл/л). В венозной крови содержание эозинофилов снижается с 0,11 (0,06 – 0,17) до 0,10 (0,06 – 0,17) × 10⁹кл/л (р=0,002), также без изменения в уровне базофилов (0,02 (0,01 – 0,03) и 0,02 (0,01 – 0,04) × 10⁹кл/л). Таким образом, показано, что изменение численности популяции базофилов мало подвержено кратковременным холодовым влияниям. Повышение уровня эозинофилов связано с необходимостью участия данных эффекторных клеток в формировании реакций врожденного иммунитета в ответ на адренергические стимулы [17, 19]. Однако чрезмерное повышение эозинофилов может привести к их агрегации, закупорке мелких сосудов и ишемии тканей.

Изменение уровня тромбоцитов и тромбоцитарных показателей. После общего кратковременного охлаждения не установлено значимого изменения уровня тромбоцитов и тромбоцитарных показателей, как в венозной, так и в капиллярной крови (табл. 4). Таким образом, можно предположить, что тромбоцитарные показатели у практически здоровых людей более стабильны и менее подвержены влиянию кратковременного воздействия низких температур.

Изменение уровня эритроцитов и эритроцитарных показателей. В капиллярной и венозной крови регистрируются схожие реакции со стороны эритроцитов и эритроцитарных показателей (табл. 5). Установлено повышение уровня эритроцитов, гемоглобина и гематокрита. Темпы прироста показателей в капиллярной крови выше, чем в венозной, и составили для RBC – 2,80 и 1,74%, для HGB – 2,20 и 1,41%, для HCT – 1,70 и 1,29% соответственно. Эритроциты участвуют в регуляции эндотелиальной дисфункции посредством изменения баланса между уровнями оксида азота (NO) и активных

Таблица 5

Изменение уровня эритроцитов и эритроцитарных показателей до и сразу после кратковременного общего охлаждения, Ме(25-75)

Показатель	До общего охлаждения	После общего охлаждения	Уровень значимости различий, р
Капиллярная кровь			
RBC, 10 ¹² кл/л	4,61(4,28-4,96)	4,74(4,28-5,10)	0,022
HGB, г/л	137(126-150)	140(126-153)	0,020
HCT, %	40,3(38-44,5)	41(38,6-45,4)	0,022
MCV, фл	88,1(85,2-92,1)	88,3(85,8-92,2)	0,042
MCH, пг	29,8(28,7-31,2)	29,7(28,7-31,1)	0,450
MCHC, г/л	338(329-344)	325(335-344)	0,065
RDW-SD, фл	41,8(39,5-44,4)	41,7(39,6-44,5)	0,937
RDW-CV, %	13,3(12,6-14,1)	13,2(12,6-14,1)	0,775
Венозная кровь			
RBC, 10 ¹² кл/л	4,58 (4,22 – 4,90)	4,64 (4,35 – 5,02)	0,001
HGB, г/л	136 (124 – 143)	138 (127 – 146)	0,005
HCT, %	39,1 (36,8 – 42,3)	39,7 (37,6 – 42,2)	0,014
MCV, фл	86,3(82,6-90,0)	86,1(82,4-89,9)	0,007
MCH, пг	29,3(28,4-30,5)	29,3(28,3-30,5)	0,828
MCHC, г/л	340 (332 – 349)	341 (335 – 349)	0,153
RDW-SD, фл	39,8(37,5-42,3)	39,8(37,7-42,2)	0,367
RDW-CV, %	12,9(12,4-13,6)	12,9(12,4-13,7)	0,075

форм кислорода в предотвращении индукции сосудистого окислительного стресса [22]. Таким образом, повышение числа эритроцитов у практически здоровых лиц при кратковременном общем охлаждении можно рассматривать как положительную адаптивную реакцию, обеспечивающую поддержание сосудистого гомеостаза.

Заключение. Фоновые уровни показателей венозной и капиллярной крови у практически здоровых людей, проживающих на Севере, несколько различаются, но находятся в пределах физиологической нормы. Эритроциты капиллярной крови имеют большую вариативность по размеру и степени отклонения их размеров от нормального. После общего охлаждения такие эритроцитарные показатели, как RBC, HGB и HCT, имеют одинаковую тенденцию к повышению, но в капиллярной крови регистрируется выше темп прироста, что может свидетельствовать о значимости их в регуляции поддержания гомеостаза мелких сосудов при охлаждении. Общее количество тромбоцитов выше в венозной крови, при этом в капиллярной крови популяция тромбоцитов более гетерогенна и выше содержание крупных клеток. При охлаждении уровни тромбоцитов и тромбоцитарных показателей более стабильны и значимо не изменяются,

как в капиллярной, так и в венозной крови. Показано, что в капиллярной крови более высокий уровень лейкоцитов преимущественно за счет зрелых форм моноцитов, нейтрофилов, эозинофилов и базофилов. Такое распределение, вероятно, обусловлено тем, что основную функциональную активность данные клетки проявляют в тканях, и именно в капиллярном пуле находятся клетки, готовые к ответу на антигены. В ответ на общее кратковременное охлаждение вне зависимости от гематологической пробы регистрируются адаптивные реакции с повышением общего уровня лейкоцитов. При этом в капиллярной крови происходит более быстрое пополнение данного пула преимущественно за счет малых форм лимфоцитов, промоноцитов и эозинофилов, тогда как в венозной крови повышение числа лейкоцитов поддерживается за счет увеличения содержания сегментоядерных нейтрофилов. Таким образом, показано, что даже кратковременное стрессовое воздействие приводит к изменениям клеточного состава капиллярной и венозной крови, отражающим усиление реакций выхода клеток из депо, поддержания сосудистого гомеостаза, миграции лейкоцитов из более крупных сосудов в мелкие и активации рециркуляции лимфоцитов.

Работа выполнена в рамках программы фундаментальных научных исследований по теме лаборатории экологической иммунологии Института физиологии природных адаптаций ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН № гос. регистрации 122011300377-5.

Литература

1. Гематологические показатели клинически здоровых лиц / Мингачева А.А., Гергель Н.И., Косов А.И., Кудинова Е.В., Карслян Л.С., Косякова Ю.А. // Медицинский альманах. 2011. № 3(16). С. 175-176.
2. Hematological indicators of health of healthy people / Mingacheva A.A., Gergel N.I., Kosov A.I., Kudinova E.V., Karslyan L.S., Kosyakova Yu.A. // Medical almanac. 2011. No. 3(16). P. 175-176.
3. К вопросу об оптимизации работы КДЛ: сравнительная оценка показателей венозной и капиллярной крови / Мингачева А.А., Максимов А.Б., Зиманова О.Г., Бабичев А.В., Баишева Г.М., Первова Ю.В. // Ремедиум Приволжья. 2014. С. 33-35.
4. On the issue of optimizing the work of CDL: comparative assessment of venous and capillary blood parameters / Mingacheva A.A., Maksimov A.B., Zimanova O.G., Babichev A.V., Baishewa G.M., Pervova Yu. IN. // Remedium Volga region. 2014. P.33-35.
5. Мингачева А.А. Сравнительная оценка форменных элементов венозной и капиллярной крови // Аспирантский вестник Поволжья. 2011. № 1-2. С.193-194.
6. Mingacheva A.A. Comparative assessment of the formed elements of venous and capillary blood // Postgraduate Bulletin of the Volga region. 2011. No.1-2. P. 193-194.
7. Патракеева В.П., Самодова А.В. Влияние кратковременного общего охлаждения на миграцию, рециркуляцию и энергетический ресурс иммунокомпетентных клеток периферической крови человека // Вестн. Уральской медицин. академ. науки. 2017. Т. 14. № 4. С. 362-368. DOI: 10.22138/2500-0918-2017-14-4-362-368
8. Patrakeeve V.P., Samodova A.V. The influence of short-term general cooling on the migration, recycling and energy resource of immunocompetent cells of human peripheral blood // Bulletin of the Ural Medical Academic Science. 2017. T. 14. No. 4. P. 362-368. DOI: 10.22138/2500-0918-2017-14-4-362-368
9. A comparison between haematological parameters in 'capillary' and venous blood from healthy adults / Daae L.N., Halvorsen S., Mathisen P.M., Mironska K. // Scand J Clin Lab Invest. 1988. № 48(7). P. 723-6. doi:10.1080/00365518809085796.
10. A practical approach for complete blood count analysis following acute exercise: Capillary vs. venous blood sampling / L.C. Bates-Fraser, K.M. Moertl, C.K. Stopforth, D.B. Bartlett, K.S. Ondrak, B.C. Jensen, E.D. Hanson. // Advanced Exercise and Health Science. 2024. V. 1. No.1. P. 43-50. https://doi.org/10.1016/j.aehs.2024.01.002
11. Acute stress increases monocyte levels and modulates receptor expression in healthy females. / M. van de Wouw [et al.] // Brain, Behavior, and Immunity. 2021. V. 94. P. 463-468. https://doi.org/10.1016/j.bbi.2021.03.005
12. Analysis of common biomarkers in capillary blood in routine clinical laboratory. Preanalytical and analytical comparison with venous blood / Maroto-García J., Deza S., Fuentes-Bullejos P.,

Fernández-Tomás P., Martínez-Espartosa D., Marcos-Jubilar M., Varo N., González Á. // *Diagnosis (Berl)*. 2023. No. 10(3). P. 281-297. doi: 10.1515/dx-2022-0126.

9. Chronic stress increases metastasis via neutrophil-mediated changes to the microenvironment / He X.Y. [et al.] // *Cancer Cell*. 2024. V. 42(3). P. 474-486. e12. <https://doi.org/10.1016/j.ccell.2024.01.013>

10. Comparison of blood counts in venous, fingertip and arterial blood and their measurement variation / Yang Z. W., Yang S. H., Chen L., Qu J., Zhu J., Tang Z. // *Clin Lab Haematol*. 2001. No. 23(3). P. 155-9. doi: 10.1046/j.1365-2257.2001.00388.x.

11. Comparison of complete blood count parameters between venous and capillary blood in oncology patients / Chavan P., Bhat V., Tiwari M., Gavhane U., Pal S.K. // *J Lab Physicians*. 2016. No. 8. P. 65-66. doi:10.4103/0974-2727.176238.

12. Differences in lipid and lipoprotein concentrations of capillary and venous blood samples / Kupke I. R., Zeugner S., Gottschalk A., Kather B. // *Clin Chim Acta*. 1979. No. 97(2-3). P. 279-83. doi: 10.1016/0009-8981(79)90426-1.

13. Falch D. K. Clinical chemical analyses of serum obtained from capillary versus venous blood, using Microtainers and Vacutainers // *Scand J Clin Lab Invest*. 1981. No. 41(1). P. 59-62. doi: 10.3109/00365518109092015.

14. Feasibility of home-based ELISA capillary blood self-testing for anti-SARS-CoV-2 antibodies / S. Baggio, G. Togni, I. Eckerle, N. Vuillemin, L. Kaiser, L. Gétaz // *Practical Laboratory Medicine*. 2022. No. 31(1). e00290. DOI:10.1016/j.plabm.2022.e00290.

15. Feasibility of microvolumetric capillary whole blood collections for usage in Athlete Biological Passport analysis / J.M. Goodrum, L.A.

Lewis, M.N. Fedoruk, D. Eichner, G.D. Miller // *Drug Test Anal*. 2022. No. 14(7). P. 1291-1299. doi: 10.1002/dta.3254.

16. Gowans J. L. The lymphocyte — a disgraceful gap in medical knowledge // *Immunology Today*. 1996. V. 17(6). P. 288-291. doi: 10.1016/0167-5699(96)80547-0.

17. Howell A., Arsic N., Griebel P. Resting and activated bovine neutrophils and eosinophils differ in their responses to adrenergic agonists / *Veterinary Immunology and Immunopathology* // 2024. V. 272. e110758. <https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2024.110758>.

18. Kupke I.R., Kather B., Zeugner S. On the composition of capillary and venous blood serum // *Clin Chim Acta*. 1981. No. 112(2). P. 177-85. doi: 10.1016/0009-8981(81)90376-4.

19. Li R., Zeng J., Ren T. International Immunopharmacology. 2022. V. 110. e108961. Expression of DEL-1 in alveolar epithelial cells prevents lipopolysaccharide-induced inflammation, oxidative stress, and eosinophil recruitment in acute lung injury. <https://doi.org/10.1016/j.in-timp.2022.108961>

20. Low shear stress exacerbates atherosclerosis by inducing the generation of neutrophil extracellular traps via Piezo1-mediated mechanosensation / Y. Zhu [et al.] // *Atherosclerosis*. 2024. V. 391. e117473. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2024.117473>

21. Macleod K., Katz L.B., Cameron H. Capillary and Venous Blood Glucose Accuracy in Blood Glucose Meters Versus Reference Standards: The Impact of Study Design on Accuracy Evaluations // *J Diabetes Sci Technol*. 2019. 13(3). P. 546-552. doi: 10.1177/1932296818790228.

22. Red blood cells from endothelial nitric oxide synthase-deficient mice induce vascular dysfunction involving oxidative stress and endothelial arginase I / Z. Zhuge [et al.] // *Redox Bi-*

ology. 2023. V. 60. e102612. doi:10.1016/j.redox.2023.102612

23. Shapiro K. E., Buhimschi I.A., Fleisher J. Accuracy of anemia screening by point-of-care hemoglobin testing in patients seeking abortion // *Contraception*. 2022. V. 105. P. 51-54. <https://doi.org/10.1016/j.contraception.2021.09.003>

24. Significant differences between capillary and venous complete blood counts in the neonatal period / Kayiran S.M., Ozbek N., Turan M., Gürakan B. // *Clin Lab Haematol*. 2003. No. 25(1). P. 9-16. doi: 10.1046/j.1365-2257.2003.00484.x.

25. Single-cell transcriptome profiling reveals vascular endothelial cell heterogeneity in human skin. / Q. Li, Z. Zhu, L. Wang, Y. Lin, H. Fang, J. Lei, T. Cao, G. Wang, E. Dang // *Theranostics*. 2021. No. 11(13). P. 6461-6476. doi: 10.7150/thno.54917. eCollection 2021

26. Stability and comparison of complete blood count parameters between capillary and venous blood samples / M.J.H. Doeleman, A. Es-seveld, A. Huisman, S. de Rooock, W.M.T. Groenestege // *Int J Lab Hematol*. 2023. No. 45(5). P. 659-667. doi: 10.1111/ijlh.14080.

27. The relationship between interleukin-6 in saliva, venous and capillary plasma, at rest and in response to exercise / T. Cullen, A.W. Thomas, R. Webb, M.G. Hughes // *Cytokine*. 71(2). 2015. P. 397-400. doi: 10.1016/j.cyto.2014.10.011.

28. Venous versus capillary sampling for total creatine kinase assay: Effects of a simulated football match / D.C.X. de Oliveira, A. Frisselli, E.G. de Souza, L.C.R. Stanganelli, R. Deminice // *PLoS One*. 2018. No. 13(9). e0204238. doi: 10.1371/journal.pone.0204238.

29. Woolley T., Rutter E., Staudenmaier M. Comparability and stability of serum creatinine concentration in capillary and venous blood // *Br J Biomed Sci*. 2023. No. 80. P. 11402. doi: 10.3389/bjbs.2023.11402.

DOI 10.25789/YMJ.2024.87.04

УДК 57.022:612.31

В.А. Штаборов, В.П. Патракеева

СОРБЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ ЭПИТЕЛИЯ ПОЛОСТИ РТА У ЖИТЕЛЕЙ Г. АРХАНГЕЛЬСКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИНДЕКСА МАССЫ ТЕЛА

Цель исследования: изучить особенности сорбционной активности эпителия слизистых полости рта в зависимости от индекса массы тела. Результаты: у обследуемых с ИМТ > 25 ниже сорбционная активность эпителия слизистых ротовой полости, в два раза выше уровень IL-1β в супернатанте ротовой жидкости, а также выше, но в пределах нормы, количество лейкоцитов в периферической крови, чем у лиц с нормальным весом.

Ключевые слова: сорбция, эпителий, ожирение.

The purpose of the study: to study features of the sorption activity of the epithelium of the oral mucosa, depending on the body mass index. Results: in subjects with a BMI > 25, the sorption activity of the epithelium of the oral mucosa is lower, the level of IL-1β in the supernatant of the oral fluid is twice as high, and the number of leukocytes in the peripheral blood is higher, but within normal limits, than in persons with normal weight.

Keywords: Sorption, epithelium, obesity.

Ин-т природных адаптаций ФИЦ комплексного изучения Арктики им. академика Н.П. Лаверова Уральского отд. РАН, г. Архангельск: **ШТАБОРОВ Вячеслав Анатольевич** — к.б.н, с.н.с., shtaborov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1142-4410>, **ПАТРАКЕЕВА Вероника Павловна** — к.б.н., зав. лаб., <https://orcid.org/0000-0001-6219-5964>.

Введение. Врожденная иммунная система ротовой полости функционирует как первая линия защиты от инфекции, обеспечивает иммунную толерантность к бактериям-комменсалам и антигенам пищи. Эпителиальные клетки слизистых оболочек

ротовой полости являются основным компонентом врожденной иммунной системы, обеспечивая относительную непроницаемость эпителиального барьера для микроорганизмов. Микробиота полости рта играет важную роль в поддержании здоровья организма