

УДК 616-073.173(612.212+611-018.27):616-053.81(-056.22)

DOI: 10.36604/1998-5029-2020-76-41-45

## ОЦЕНКА КОНТУРНОГО АНАЛИЗА ФОТОПЛЕТИЗМОГРАММЫ У ЗДОРОВЫХ ЛИЦ МОЛОДОГО ВОЗРАСТА

О.А.Абулдинова, О.Б.Приходько, В.В.Войцеховский, Н.Д.Гоборов

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Амурская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения Российской Федерации,  
675000, г. Благовещенск, ул. Горького, 95

**РЕЗЮМЕ. Введение.** В основе патогенеза многих заболеваний внутренних органов лежит нарушение процессов микроциркуляции. Оптимальной методикой скрининговой сосудистой диагностики является фотоплетизмография – простой, неинвазивный, безболезненный и надежный экспресс-метод, основанный на определении объема крови в микрососудистом русле. **Цель.** Оценить показатели контурного анализа фотоплетизмограммы у здоровых лиц молодого возраста. **Материалы и методы.** В исследование вошли 39 здоровых лиц в возрасте от 20 до 30 лет. Для анализа состояния сосудистой системы производилась запись фотоплетизмограммы с использованием диагностического комплекса «АнгиоСкан-01 М». Определяли средние значения частоты пульса, индекса жесткости артериальной стенки, возраста сосудистой стенки, индекса стресса, насыщения кислородом артериальной крови, тип пульсовой волны. **Результаты.** У 5% участников исследования индекс жесткости сосудистой стенки превышал нормальные значения, что может свидетельствовать о начале структурных изменений артериальной стенки; у 21% здоровых добровольцев выявлен тип пульсовой кривой А, который в большей степени характерен для лиц пожилого возраста, и выявление данного типа кривой у молодых людей указывает на повышение жесткости крупных сосудов; у 33% обследованных лиц выявлено снижение степени насыщения кислородом артериальной крови. **Заключение.** Проведение контурного анализа фотоплетизмограммы у здоровых лиц в амбулаторных условиях является оптимальным методом скрининговой диагностики сердечно-сосудистой и бронхолегочной патологии на ранних этапах развития патологических состояний. При этом особое внимание необходимо уделять изучению показателей индекса жесткости артериальной стенки и типа пульсовой кривой, изменение которых может свидетельствовать о наличии структурных изменений артериальной стенки еще на доклинической стадии развития бронхолегочной и сердечно-сосудистой патологии.

**Ключевые слова:** фотоплетизмограмма, индекс жесткости сосудистой стенки, эластичность артериальной стенки, индекс стресса.

## ASSESSMENT OF THE CONTOUR ANALYSIS OF THE PHOTOPLETHYSMOGRAM IN HEALTHY INDIVIDUALS OF YOUNG AGE

O.A.Abuldinova, O.B.Prikhodko, V.V.Voytsekhovskiy, N.D.Goborov

Amur State Medical Academy, 95 Gor'kogo Str., Blagoveshchensk, 675000, Russian Federation

**SUMMARY. Introduction.** The pathogenesis of many diseases of the internal organs is based on the microcirculation disturbance. The most preferable method for screening vascular diagnostics is photoplethysmography – a simple, non-invasive, painless and reliable rapid test method based on the evaluation of blood volume in the microvascular bed. **Aim.** To evaluate the indices of the contour analysis of photoplethysmogram in healthy individuals of young age. **Materials and methods.** The study included 39 healthy individuals aged 20 to 30 years. To analyze the condition of the vascular system, a photoplethysmogram was recorded using “AngioScan-01 M” diagnostic complex. The average values of the pulse rate, the arterial stiffness index, the age of the vascular wall, the stress index, the oxygen saturation of arterial blood,

### Контактная информация

Ольга Александровна Абулдинова, очный аспирант кафедры госпитальной терапии с курсом фармакологии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Амурская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 675000, Россия, г. Благовещенск, ул. Горького 95. E-mail: abuldinova@mail.ru

### Correspondence should be addressed to

Olga A. Abuldinova, MD, Postgraduate Student of Department of Hospital Therapy with Pharmacology Course, Amur State Medical Academy, 95 Gor'kogo Str., Blagoveshchensk, 675000, Russian Federation. E-mail: abuldinova@mail.ru

### Для цитирования:

Абулдинова О.А., Приходько О.Б., Войцеховский В.В., Гоборов Н.Д. Оценка контурного анализа фотоплетизмограммы у здоровых лиц молодого возраста // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2020. Вып. 76. С. 41–45. DOI: 10.36604/1998-5029-2020-76-41-45

### For citation:

Abuldinova O.A., Prikhodko O.B., Voytsekhovskiy V.V., Goborov N.D. Assessment of the contour analysis of the photoplethysmogram in healthy individuals of young age. *Bulleten' fiziologii i patologii dyhaniâ = Bulletin Physiology and Pathology of Respiration* 2020; (76):41–45 (in Russian). DOI: 10.36604/1998-5029-2020-76-41-45

and the form of pulse wave were measured. **Results.** In 5% of the examined, the arterial stiffness index exceeded normal values, which may indicate the beginning of structural changes in the artery wall; in 21% of healthy volunteers, the A-type of pulse curve was revealed, which is more characteristic of elderly people, and the detection of this type of curve in young people indicates an increase in the stiffness of great vessels; 33% of the examined showed a decrease in the degree of oxygen saturation of arterial blood. **Conclusion.** The performance a contour analysis of photoplethysmogram in healthy individuals on an outpatient basis is the most preferable method for screening diagnosis of cardiovascular and bronchopulmonary pathology in the early stages of the development of pathological conditions. In addition, a particular emphasis should be given to the study of arterial stiffness index and the type of pulse curve, the change of which may indicate the presence of structural changes in the arterial wall even at the pre-clinical stage of development of bronchopulmonary and cardiovascular pathology.

*Key words:* photoplethysmogram, arterial stiffness index, arterial wall compliance, stress index.

В основе патогенеза многих заболеваний внутренних органов лежит нарушение процессов микроциркуляции [1]. Поэтому оценка состояния сосудистого русла, включая особенности капиллярного кровотока, позволяет выявить на ранних стадиях различные патологические изменения, а также контролировать их динамику на фоне проводимого лечения пациента. Оптимальной методикой скрининговой сосудистой диагностики является фотоплетизмография – простой, неинвазивный, безболезненный и надежный экспресс-метод, основанный на определении объема крови в микрососудистом русле [2].

Метод фотоплетизмографии представляет собой регистрацию оптической плотности ткани. Исследуемый участок просвечивается инфракрасным светом, который затем попадает на фотопреобразователь. Длина волны излучаемого света подобрана таким образом, чтобы он поглощался эритроцитами в артериальном русле. Поэтому его интенсивность зависит от количества крови в исследуемой ткани. Регистрируемый сигнал – фотоплетизмограмма – оценивается по определенным параметрам [3]. При оценке фотоплетизмограммы можно определить сужение артерий, в том числе ишемию сосудов конечностей. Свойства волн при измерении на правой и левой конечности должны быть одинаковы, а при поражении одной из них возникает несимметричность [4]. Для оценки сосудистых рефлексов с помощью данного метода применяются различные функциональные пробы (например, компрессионный и декомпрессионный тест с определением давления в плечевой артерии позволяет изучить состояние венозного кровотока; медикаментозная проба с нитроглицерином – оценить толерантность к нитратам и т. д.) [5]. При проведении контроля на фоне проводимой терапии фотоплетизмография помогает подбирать оптимальную дозу фактора воздействия и предупредить негативные реакции, связанные с его передозировкой.

Имеющиеся в настоящее время негативные тенденции, которые складываются в студенческой среде в отношении здоровья, обуславливают необходимость разработки целевых мер профилактики [6] и ранней диагностики заболеваний внутренних органов. В данной ситуации фотоплетизмография может служить эффективным скрининговым инструментом для

диагностики заболеваний различных органов и систем на ранних этапах их развития [7].

Цель исследования – оценить показатели контурного анализа фотоплетизмограммы у здоровых лиц молодого возраста.

### Материалы и методы исследования

Обследовано 39 здоровых лиц (студенты Амурской государственной медицинской академии). При проведении исследования руководствовались принципами Хельсинкской декларации «Этические принципы проведения медицинских исследований с участием людей в качестве субъектов исследования» с поправками 2013 г. и нормативными документами «Правила надлежащей клинической практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом №200 от 01.04.2016 МЗ РФ. Все добровольцы подписывали информированное согласие на участие в исследовании в соответствии с протоколом, одобренным локальным Комитетом по биомедицинской этике Амурской государственной медицинской академии.

Для анализа состояния сосудистой системы производилась запись фотоплетизмограммы с использованием диагностического комплекса «АнгиоСкан-01 М». Обработка результатов проводилась с помощью программного обеспечения «АнгиоСкан Профессиональный 3.30.07».

При проведении фотоплетизмографии определяли средние значения частоты пульса (уд/мин), индекса жесткости артериальной стенки (%), возраста сосудистой стенки (лет), индекса стресса, насыщения кислородом артериальной крови (%), тип пульсовой волны.

### Результаты исследования и их обсуждение

Среди обследованных было 29 (74%) женщин и 10 (36%) мужчин, возраст здоровых добровольцев составил от 20 до 30 лет ( $22,1 \pm 2,02$  лет). Лица, прошедшие обследование, не имели клинически выраженной патологии бронхолегочной и сердечно-сосудистой систем. Также из исследования были исключены лица с хроническими заболеваниями внутренних органов и имеющие привычные интоксикации (курильщики). На момент исследования систолическое артериальное давление у участников исследования было в пределах 110-120 мм рт. ст., диастолическое – 60-80 мм рт. ст. Лица с артериальной гипертензией из исследования также

были исключены.

В ходе проведения контурного анализа фотоплетизмограммы выявлены следующие показатели. Частота пульса у 80% обследованных (31 человек) находилась в пределах нормы, у 15% (6 человек) выявлена брадикардия и у 5% (2 человека) – тахикардия.

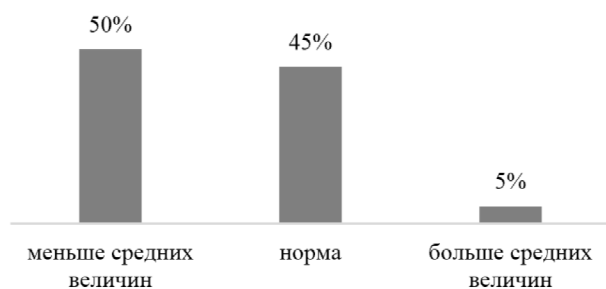
Индекс жёсткости артериальной стенки у 20 (50%) участников исследования был меньше средних нормальных величин, соответствующих возрасту, что свидетельствует о хорошем состоянии артериальной стенки; у 17 (45%) индекс жёсткости соответствовал нормальному для возраста значению, что говорит о сохранённой эластичности артериальной стенки; у 2 (5%) индекс жёсткости превышал нормальное для возраста значение, что может свидетельствовать о начале структурных изменений артериальной стенки, и диктует необходимость проведения более детального обследования состояния сердечно-сосудистой системы (рис. А).

У подавляющего большинства обследованных лиц (31 человек – 79%) зарегистрирован тип пульсовой кривой С, что свидетельствует о сохранённой эластичности артериальной стенки и является характерным

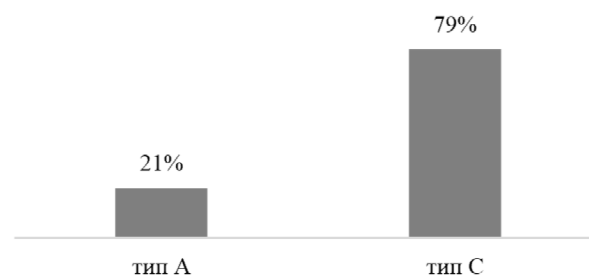
для людей в возрасте от 18 до 35 лет. У 8 (21%) участников исследования выявлен тип пульсовой кривой А, который характерен для лиц пожилого возраста, и выявление данного типа пульсовой кривой у лиц молодого возраста свидетельствует о повышении жёсткости крупных сосудов и может служить одним из симптомов заболеваний сердечно-сосудистой системы (рис. Б).

При оценке индекса стресса выявлены следующие данные: 20 (51%) обследованных лиц имеет уровень стресса ниже типичных нормальных значений, что свидетельствует о хорошей физической подготовке; у 12 (31%) уровень стресса соответствует нормальным значениям и у 7 (18%) уровень стресса повышен, что говорит о наличии эмоционального стресса на момент исследования или физической усталости (рис. В).

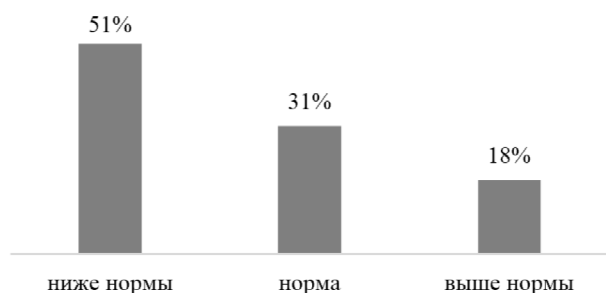
Согласно проведённому исследованию, степень насыщения кислородом артериальной крови у 26 (67%) обследованных лиц находится в пределах нормы, у 13 (33%) выявлено снижение степени насыщения кислородом артериальной крови, что может свидетельствовать о наличии скрытой, доклинической сердечно-сосудистой или бронхолёгочной патологии.



А



Б



В

Таким образом, портативный прибор «АнгиоСкан-01 М» позволяет выполнить обследование широкой аудитории лиц. Проведение контурного анализа фотоплетизмограммы у здоровых молодых людей в амбулаторных условиях является оптимальным методом скрининговой диагностики сердечно-сосудистой и бронхолёгочной патологии на ранних этапах развития патологических состояний. При этом особое внимание необходимо уделять изучению показателей индекса жёсткости артериальной стенки и типа пульсовой кривой, изменение которых может свидетельствовать о нали-

чии структурных изменений артериальной стенки еще на доклинической стадии развития бронхолёгочной и сердечно-сосудистой патологии.

#### Конфликт интересов

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

#### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Исследование проводилось без участия спонсоров  
This study was not sponsored.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев А.П., Стрельцова Н.Н. Методологические аспекты и интерпретация результатов изолированного исследования микроциркуляции кожи у больных артериальной гипертензией методом лазерной доплеровской флоуметрии // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2015. Т.14, №1. С.41–45. <https://doi.org/10.24884/1682-6655-2015-14-1-41-4>
2. Федорович А.А. Микрососудистое русло кожи человека как объект исследования // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2017. Т.16, №4. С.11–26. <https://doi.org/10.24884/1682-6655-2017-16-4-11-26>
3. Крупаткин А. И., Сидоров В. В. Функциональная диагностика состояния микроциркуляторно-тканевых систем: колебания, информация, нелинейность. Руководство для врачей. М.: ЛИБРОКОМ, 2013. 496 с. ISBN 978-5-397-03942-0
4. Сагайдачный А. А., Скрипаль А. В., Фомин А. В., Усанов Д. А. Методика восстановления фотоплетизмограммы в диапазоне эндотелиальных и нейрогенных колебаний по результатам измерений температуры пальцев рук // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2013. Т.12, №3. С.22–28. <https://doi.org/10.24884/1682-6655-2013-12-3-22-28>
5. Приходько О.Б., Бабцева А.Ф., Романцова Е.Б. Динамика заболеваемости органов дыхания подростков города Благовещенска в течение 10 лет // Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2016. Т.61, №4. С.246–247.
6. Войт Л.Н., Чередниченко О.А. Анализ здоровья и элементов образа жизни студентов медицинского вуза по данным социологического исследования // Амурский медицинский журнал. 2017. Т.17, №1. С.61–63.
7. Babtseva A.F., Romantsova E.B., Prikhodko O.B., Churina A.E.1, Churin V.V. Health of students in the dynamics of learning at the present stage // Amur Medical Journal 2016; 3-4(15-16):12–13 (in Russian). doi: 10.22448/AMJ.2016.15-16.12-13

## REFERENCES

1. Vasilev A.P., Streltsova N.N. Opportunities and limitations of laser Doppler flowmetry in the assessment of skin microcirculation in patients with arterial hypertension. *Regional blood circulation and microcirculation* 2015; 14(1):41–45 (in Russian). <https://doi.org/10.24884/1682-6655-2015-14-1-41-45>
2. Fedorovich A.A. Microcirculation of the human skin as an object of research. *Regional blood circulation and microcirculation* 2017; 16(4):11–26 (in Russian). <https://doi.org/10.24884/1682-6655-2017-16-4-11-26>
3. Krupatkin A.I., Sidorov V.V. Functional diagnostics of the state of microcirculatory and tissue systems: fluctuations, information, non-linearity. Moscow: Librocom; 2013 (in Russian).
4. Sagaidachny A.A., Skripal A.V., Fomin A.V., Usanov D.A. Method for restoring photoplethysmograms in the range of endothelial and neurogenic oscillations based on the results of finger temperature measurements. *Regional blood circulation and microcirculation* 2013; 12(3):22–28 (in Russian). <https://doi.org/10.24884/1682-6655-2013-12-3-22-28>
5. Prikhodko O.B., Babtseva A.F., Romantsova E.B. Dynamics of respiratory diseases among adolescents in Blagoveshchensk for 10 years. *Rossiyskiy vestnik perinatologii i pediatrii* 2016; 61(4):27–32 (in Russian).
6. Voyt L.N., Cherednichenko O.A. Analysis of health and life components of medical students according to the survey. *Amur Medical Journal* 2017; 17(1):61–63 (in Russian). doi:10.22448/amj.2017.17.61-63
7. Babtseva A.F., Romantsova E.B., Prikhodko O.B., Churina A.E.1, Churin V.V. Health of students in the dynamics of learning at the present stage. *Amur Medical Journal* 2016; 3-4(15-16):12–13 (in Russian). doi: 10.22448/AMJ.2016.15-16.12-13

### Информация об авторах:

**Ольга Александровна Абулдинова**, очный аспирант кафедры госпитальной терапии с курсом фармакологии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Амурская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения Российской Федерации; e-mail: abuldinova@mail.ru

**Ольга Борисовна Приходько**, д-р мед. наук, профессор кафедры госпитальной терапии с курсом фармакологии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Амурская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения Российской Федерации; e-mail: prik0806@mail.ru

### Author information:

**Olga A. Abuldinova**, MD, Postgraduate Student of Department of Hospital Therapy with Pharmacology Course, Amur State Medical Academy; e-mail: abuldinova@mail.ru

**Olga B. Prikhodko**, MD, PhD, D.Sc. (Med.), Professor of Department of Hospital Therapy with Pharmacology Course, Amur State Medical Academy; e-mail: prik0806@mail.ru

**Валерий Владимирович Войцеховский**, д-р мед. наук, доцент, зав. кафедрой госпитальной терапии с курсом фармакологии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Амурская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения Российской Федерации; e-mail: [voitsehovskij@yandex.ru](mailto:voitsehovskij@yandex.ru)

**Valeriy V. Voytsekhovskiy**, MD, PhD, D.Sc. (Med.), Associate Professor, Head of Department of Hospital Therapy with Pharmacology Course, Amur State Medical Academy; e-mail: [voitsehovskij@yandex.ru](mailto:voitsehovskij@yandex.ru)

**Николай Дмитриевич Гоборов**, канд. мед. наук, ассистент кафедры госпитальной терапии с курсом фармакологии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Амурская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения Российской Федерации; e-mail: [kaf\\_gospit\\_terapii@amursma.su](mailto:kaf_gospit_terapii@amursma.su)

**Nikolay D. Goborov**, MD, PhD (Med.), Assistant of Department of Hospital Therapy with Pharmacology Course, Amur State Medical Academy; e-mail: [kaf\\_gospit\\_terapii@amursma.su](mailto:kaf_gospit_terapii@amursma.su)

*Поступила 29.04.2020  
Принята к печати 18.05.2020*

*Received April 29, 2020  
Accepted May 18, 2020*