

УДК 611.018.861 ± 611.16

## МОРФОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДИАМЕТРОВ КОМПОНЕНТОВ ИНТРАОРГАННОГО КРОВЕНОСНОГО РУСЛА ПИЩЕВОДА ПЛОДОВ ЧЕЛОВЕКА И ВЗРОСЛЫХ ЛИЦ

*П. А. Гелашвили\**, *А. В. Водолазов*, *В. Н. Токарев*

*Медицинский университет «Реавиз», г. Самара, Российская Федерация*

## MORPHOMETRIC ANALYSIS OF ESOPHAGEAL CIRCULATORY INTRAORGAN COMPONENT DIAMETERS IN HUMAN FETUSES AND ADULTS

*P. A. Gelashvili\**, *A. V. Vodolazov*, *V. N. Tokarev*

*Medical University "Reaviz", Samara, Russian Federation*

**Цель.** Морфометрический анализ изменений диаметров интраорганных микрососудов нижней трети пищевода плодов и взрослых лиц.

**Материалы и методы.** Применены анатомические и гистологические методы выявления компонентов гемомикроциркуляторного русла. Изучена нижняя треть пищевода 18 плодов человека в сроки 13, 23, 26, 32, 36 недель развития, 7 умерших взрослых лиц в возрасте 41–50 лет, не страдавших при жизни заболеваниями пищевода и печени.

**Результаты.** С использованием непараметрических статистических методов выявлены достоверные возрастные изменения наружного диаметра артерий, вен, артериол, капилляров, посткапилляров и венул пищевода человека.

**Выводы.** В динамике пренатального становления происходят неравномерные изменения среднего диаметра капилляров: увеличение на 23-й неделе гестации до  $4,98 \pm 0,11$  мкм ( $p = 0,005$ ), снижение с 26-й по 32-ю неделю ( $4,07 \pm 0,14$  мкм,  $p = 0,000$ ) и повышение к 36-й неделе ( $5,40 \pm 0,17$  мкм,  $p = 0,000$ ). Диаметр капилляров нижней трети пищевода взрослого –  $9,43 \pm 0,24$  мкм ( $p = 0,000$ ).

**Ключевые слова.** Пищевод, микрососуды, онтогенез.

**Aim.** To carry out morphological analysis of the changes in diameter of fetal and adult intraorgan microvessels of the lower third of esophagus.

**Materials and methods.** Anatomical and histological methods were used to reveal the components of hemomicrocirculatory canal. The lower third of esophagus was studied in 18 human fetuses in the terms of 13, 23, 26, 32, 36 weeks of development, in 7 dead adults aged 41 to 50 years, who did not suffer from esophageal and hepatic diseases in the course of life.

**Results.** Reliable age changes in external diameter of human esophageal arteries, veins, arterioles, capillaries, postcapillaries and venules using nonparametric statistical methods were detected.

**Conclusions.** In dynamics of prenatal development, there occur unequal changes in capillary diameter: increase during the week 23 of gestation (up to  $4,98 \pm 0,11$  mcm,  $p = 0,005$ ), decrease beginning from the

---

© Гелашвили П. А., Водолазов А. В., Токарев В. Н., 2015

e-mail: g\_pa@mail.ru

тел.: 8 (846) 333 54 51

[Гелашвили П. А. (\*контактное лицо) – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой морфологии и патологии; Водолазов А. В. – ассистент кафедры морфологии и патологии; Токарев В. Н. – аспирант кафедры морфологии и патологии].

weeks 26 to 32 ( $4,07 \pm 0,14$  mcm,  $p = 0,000$ ) and rise by the week 36 ( $5,40 \pm 0,17$  mcm,  $p = 0,000$ ). Diameter of capillaries of the lower third of esophagus in adults is  $9,43 \pm 0,24$  mcm ( $p = 0,000$ ).

**Key words.** Esophagus, microvessels, ontogenesis.

## ВВЕДЕНИЕ

Для современных микроангиологических исследований характерен пристальный интерес к организации и функциональной геометрии микроциркуляторного русла, стремление к детальному количественному описанию структурных и функциональных параметров капилляров и других микрососудов, их топологических связей и гистотопографических отношений [3]. Такой подход позволяет оценить те микроскопические сдвиги в гемодинамике, которые в конечном итоге определяют функциональное состояние органов.

Источники кровоснабжения шейного, грудного и брюшного отделов пищевода как у плодов, так и у взрослых различны [1]. В анатомической литературе имеются указания на наличие связей между артериями пищевода и артериями соседних органов [6, 8].

Изучение внутриорганной васкуляризации пищевода имеет на современном этапе развития анатомии и микрохирургии большое теоретическое и практическое значение [4, 7].

М. М. Паршиным [5] было определено, что суммарная васкуляризация стенки пищевода на уровне его перехода в желудок на 40 % выше, чем на уровне аортобифуркационного сегмента, и на 30 % выше, чем на уровне глоточно-пищеводного сегмента.

Ранее нами были представлены эмбриональные и дефинитивные особенности гистотопографии оболочек верхней и нижней третей пищевода [2].

*Цель работы* – изучить с помощью морфометрического и статистического анализа динамику изменений диаметров внутрипищеводных артерий, вен и компонентов гемоциркуляторного русла на разных сроках плодного периода и у взрослых лиц.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

С помощью классических анатомических и гистологических методов изучена нижняя треть пищевода 18 плодов человека в сроки 13, 23, 26, 32, 36 недель развития, 7 умерших взрослых лиц в возрасте 41–50 лет, не страдавших при жизни заболеваниями пищевода и печени. Материал забирали с учетом анамнеза, соблюдая международные и российские нормы биоэтики. Морфометрия производилась при помощи программы обработки и анализа изображений Image Tool версии 3.0. Измерялись диаметры внутриорганых мелких артерий, вен, артериол, прекапилляров, капилляров, посткапилляров, венул, диаметры гладкомышечных клеток (в центре).

Статистическое исследование данных проводилось с использованием статистических пакетов Statistica (версия 5.1) фирмы StatSoft (США) и SPSS одноименной фирмы. Для описания выборочной совокупности данных использовались средние значения со стандартной ошибкой среднего показателей, медиана, асимметрия и эксцесс с их ошибками. Для определения достоверности различий между значениями показателей в группах данных были использованы непараметрические критерии  $U$  Манна–Уитни и  $Z$  Колмогорова–Смирнова (для двух независимых групп) с определением статистической значимости этих различий.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты статистического анализа диаметров интраорганых артерий, вен и капилляров представлены в табл. 1–3. При сравнении по срокам полученных по изме-

ренным диаметрам данных с помощью непараметрических критериев установлены следующие значимые различия. В сроки 13 и 23 недели по критерию *U* Манна–Уитни значимо отличаются диаметры капилляров и поперечника гладкомышечных клеток. Диаметры капилляров увеличились с 4,34 до 4,79 мкм ( $p = 0,005$ ). Толщина миоцитов же уменьшилась с 4,18 до 3,63 мкм ( $p = 0,004$ ). Аналогичный результат получен и согласно критерию Колмогорова–Смирнова: капилляры –  $p = 0,002$ , гладкомышечные клетки –  $p = 0,010$ .

Таблица 1

**Показатели статистического анализа диаметров интраорганных артерий нижней трети пищевода плодов человека, мкм**

Показатель	Срок гестации, нед.			
	13	23	26	36
Среднее значение	19,69	42,46	33,16	29,45
Стандартная ошибка среднего	0,81	0,50	1,84	1,08
Стандартное отклонение	1,15	0,70	3,68	4,84
Медиана	19,69	42,46	33,28	29,34

Таблица 2

**Показатели статистического анализа диаметров интраорганных вен нижней трети пищевода плодов человека, мкм**

Показатель	Срок гестации, нед.			
	13	26	32	36
Среднее значение	11,14	34,46	60,32	34,30
Стандартная ошибка среднего	0,47	0,87	17,73	0,82
Стандартное отклонение	1,24	2,89	30,71	5,48
Медиана	10,52	35,05	52,92	36,78

В сроки 13 и 26 недель значимо различаются диаметры вен. Интраорганные вены расширились с 10,52 до 35,05 мкм ( $p = 0,000$ ). В сроки 13 и 36 недель различаются диаметры артерий, вен и капилляров ( $p = 0,000$ ).

Таблица 3

**Показатели статистического анализа диаметров кровеносных капилляров пищевода плодов человека и взрослых лиц в нижней трети органа, мкм**

Возраст	Срок гестации, нед.					Взрослые лица
	13	23	26	32	36	
Среднее значение	4,49	4,98	4,36	4,07	5,40	9,43
Стандартная ошибка среднего	0,12	0,11	0,19	0,14	0,17	0,24
Стандартное отклонение	0,76	0,64	0,96	0,84	1,24	1,71
Медиана	4,34	4,79	4,41	3,89	5,19	9,33

Артерии пищевой стенки (интраорганные) за наблюдаемые периоды гестации расширились с 19,69 до 29,34 мкм ( $p = 0,021$ ), вены – с 10,52 до 36,78 мкм ( $p = 0,000$ ).

При сравнении данных морфометрии на сроке 13 недель со взрослыми объектами все исследованные параметры достоверно различаются ( $p = 0,000$ ).

При сравнении по критерию Манна–Уитни диаметры капилляров, посткапилляров, венул в сроки 23 и 26 недель значимо различны. Просвет капилляров уменьшился с 4,79 до 4,41 мкм ( $p = 0,005$ ), посткапилляры также суживаются от 8,42 до 7,13 мкм в этот гестационный промежуток ( $p = 0,038$ ) и стабилизируются до рождения. Венулы, наоборот, расширяются с 19,57 до 31,67 мкм ( $p = 0,000$ ). По критерию Колмогорова–Смирнова – аналогичный вывод.

При сравнении по критерию Манна–Уитни диаметры прекапилляров, капилляров, посткапилляров, венул в сроки 23 и 32 недели значимо различны. Прекапилляры сузились с 7,83 до 6,46 мкм ( $p = 0,013$ ), капилляры за тот же период тоже уменьшились в диаметре с 4,79 до 3,89 мкм ( $p = 0,000$ ). Просвет посткапилляров увеличился с 8,42 до 9,15 мкм ( $p = 0,033$ ), венулы расширились

с 10,57 до 20,55 мкм ( $p = 0,000$ ). Аналогичный результат получен и при использовании критерия Колмогорова–Смирнова.

В сроки от 23 недель гестации до 36 недель значительно уменьшились диаметры интраорганных артерий с 42,46 до 29,36 мкм ( $p = 0,021$ ), диаметр артериол увеличился с 9,75 до 21,38 мкм ( $p = 0,001$ ). Поперечник капилляров уменьшился с 4,79 до 5,19 мкм ( $p = 0,000$ ), а ширина в центре гладкомышечных клеток увеличилась с 3,63 до 4,03 мкм ( $p = 0,050$ ). Однако изменения диаметров посткапилляров нижних отделов пищевода плодов на 36-й неделе недостоверны.

В сроки 26 и 32 недели значительно различаются диаметры внутриорганных артерий (уменьшение,  $p = 0,031$ ), прекапилляров (уменьшение с 3,63 до 6,46 мкм,  $p = 0,034$ ), посткапилляров (увеличение с 7,13 до 9,15 мкм,  $p = 0,000$ ).

Между 26-й и 36-й неделями различия значимы по диаметрам артериол (увеличение с 12,96 до 21,38 мкм,  $p = 0,000$ ), капилляров (увеличение с 4,41 до 5,19 мкм,  $p = 0,001$ ), посткапилляров (увеличение с 7,13 до 8,95 мкм,  $p = 0,010$ ), венул (уменьшение с 21,87 до 17,91 мкм,  $p = 0,002$ ).

Статистическим анализом установлено, что в сроки 32 и 36 недель достоверно различаются диаметры 3 микрососудов – артериол (увеличение с 12,26 до 21,38 мкм,  $p = 0,001$ ), прекапилляров (увеличение с 6,46 до 10,66 мкм,  $p = 0,022$ ) и капилляров (капилляры расширились с 3,89 до 5,19 мкм,  $p = 0,000$ ).

По результатам статистического анализа данных, полученных с помощью морфометрии, по всем 6 параметрам различия значимы при сравнении данных плодного периода с параметрами микрососудов и поперечника гладкомышечных клеток оболочек брюшной части пищевода взрослых ( $p < 0,05$ ).

## Выводы

1. В динамике пренатального становления сосудисто-тканевых соотношений нижней трети пищевода человека происходят скачкообразные изменения среднего диаметра капилляров: увеличение до  $4,98 \pm 0,11$  мкм ( $p = 0,005$ ) на 23-й неделе гестации, стабильное снижение на 26–32-й неделях ( $4,07 \pm 0,14$  мкм,  $p = 0,000$ ) и повышение к 36-й неделе ( $5,40 \pm 0,17$  мкм,  $p = 0,000$ ). Дефинитивный диаметр капилляров нижней трети пищевода человека –  $9,43 \pm 0,24$  мкм ( $p = 0,000$ ).

2. В отводящем (венулярном) звене микроциркуляторного русла стенки нижней трети пищевода плодов человека происходят увеличение ёмкостной функции с 23-й по 32-ю недели гестации, что подтверждается расширением среднего диаметра венул ( $20,15 \pm 0,87$  мкм,  $p = 0,000$ ), и стабилизация до рождения. Дефинитивный диаметр венул в нижней трети пищевода человека –  $40,43 \pm 1,88$  мкм ( $p = 0,000$ ).

3. В пренатальный период толщина гладких мышечных клеток формирующейся мышечной оболочки нижней трети пищевода отличается определенной стабильностью: несмотря на уменьшение с 13-й по 23-ю недели ( $p = 0,004$ ), не различается на сроках 13 и 36 недель, достигая к рождению  $4,06 \pm 0,14$  мкм. Средний диаметр миоцитов пищеводно-желудочного перехода взрослого увеличивается до  $6,86 \pm 0,17$  мкм ( $p = 0,000$ ).

## Библиографический список

1. Баженов Д. В., Никитюк Д. Б. Пищевод человека. Структура и функция. Тверь 1997; 162.
2. Водазлов А. В., Токарев В. Н., Гелашвили П. А. Эмбриональные и дефинитивные гистологические особенности оболочек верхней и нижней третей пищевода чело-

- века. Пермский медицинский журнал 2014; 1: 116–120.
3. *Гелаишвили П. А., Чучков В. М., Гелаишвили О. А., Юхимец С. Н., Кисляев С. Е., Гомоюнова С. Л.* Морфологический анализ и математическое моделирование в изучении внутриорганной топографии кровеносных сосудов. Самара: Офорт 2008; 223.
  4. *Мирончев А. О.* Клиническая анатомия абдоминального отдела пищевода и ее прикладное значение: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Оренбург 2011; 21.
  5. *Паршин М. М.* Морфометрическая характеристика пищевода и его гемомикроциркуляторного русла в постнатальном онтогенезе у человека: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. М.: Российский мед. ун-т 1995; 30.
  6. *Chen T, Rose M, Hwang H, Nines R.* Black raspberries inhibit N-nitrosomethylbenzylamine (NMBA)-induced angiogenesis in rat esophagus parallel to the suppression of COX-2 and iNOS. *Carcinogenesis* 2006; 27 (11): 2301–2307.
  7. *Delattre J. F.* Functional anatomy of the gastroesophageal junction. *Surg-Clin Nort America* 2000; 80 (1): 241–260.
  8. *Hoff D, Gregersen H, Odegaard S, Nesje L.* A multimodal laser Doppler and endosonographic distension device for studying mechanosensation and mucosal blood flow in the oesophagus. *Neurogastroenterol. Motil.* 2006; 18 (3): 243–248.

Материал поступил в редакцию 20.03.2015