

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ МОРФОЛОГИЯ ВНУТРИОРГАННОГО АРТЕРИАЛЬНОГО РУСЛА ПЕЧЕНИ В СООТВЕТСТВИИ С ДИХОТОМИЧЕСКОЙ МОДЕЛЮ

*Милтых И.С., Зенин О.К., Сукманова Д.А., Шиндин А.И.
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»,
г. Пенза, Россия*

Для выполнения данного исследования были изучены и подвергнуты морфометрическому анализу пять коррозионных препаратов внутриоргального артериального русла печени лиц, в возрасте от 40 до 58 лет. Определены морфометрические показатели, количественно характеризующие нормальное строение внутриоргального артериального русла печени. Полученные данные можно использовать в дальнейшем для моделирования интраоргального артериального русла печени с целью восстановления утраченных в процессе измерений данных.

Ключевые слова: артериальное русло, дихотомическая модель, морфометрия

QUANTITATIVE MORPHOLOGY OF THE LIVER INTRAORGANIC ARTERIAL BED BASED ON THE DICHOTOMOUS MODEL

*Miltykh I.S., Sukmanova D.A., Shindin A.I., Zenin O.K.
Penza State University,
Penza, Russia*

To carry out this study, five corrosive preparations of the intraorgan arterial bed of the liver of individuals aged 40 to 58 years were studied and subjected to morphometric analysis. Morphometric indicators that quantitatively characterize the normal structure of the intraorgan arterial bed of the liver were determined. The data obtained can be used in the future to model the intraorgan arterial bed of the liver in order to restore data lost during the measurement process.

Keywords: arterial vasculature, dichotomous model, morphometry.

Введение. Проблема функциональной анатомии впервые сформулирована в докторской диссертации немецкого эмбриолога Вильгельма Ру [1]. В то же время, печеночное русло имеет огромное физиологическое значение, т.к. при этом из одной только печени в сосудистую систему может выбрасываться до половины внутripеченочного объема крови, что составляет примерно 700 мл [2]. Однако до сих пор не сформирован морфометрический эталон внутриоргального русла печени. Морфометрический эталон может стать основой для математического моделирования внутриоргального артериального русла печени и, в

дальнейшем, стать основой для системы автоматического анализа адекватности васкуляризации данного органа.

Цель исследования – установить морфометрические показатели внутриорганного артериального русла печени человека в соответствии с дихотомической моделью.

Материалы и методы: материалом для исследования послужили 5 коррозийных препаратов внутриорганного артериального русла печени, погибших от причин, не связанных с изменением сосудистого русла, в возрасте от 40 до 58 лет, полученных по известной методике [4]. Артериальное русло представляли как совокупность артериальных дихотомий, состоящих из точки разветвления, материнского и двух дочерних сегментов. В ходе работы изучены следующие параметры: D_i – диаметр материнского сегмента (мм); d_{\max} – диаметр дочерней ветви, имеющей большее значение (мм); d_{\min} – диаметр дочерней ветви, имеющей меньшее значение (мм); i – порядковый номер уровня деления вновь образовавшегося ряда артериальных сегментов; Gr – номер генерации, т.е. порядковый номер вновь образовавшейся группы артерий, к которой относится данный сегмент, при этом под «артерией» подразумевали линейную конструкцию, состоящую из дочерних сегментов с большим внутренним диаметром (если не выполняется одно из условий: $D/d_{\max} < 3$, $d_{\max} \neq d_{\min}$ или $\max > 0,1$, то артерия заканчивается). Ввиду большого разброса абсолютных показателей и возможных погрешностей измерения в качестве параметров, описывающих артериальное русло, использовали относительные величины, их корреляционные и регрессионные связи. Для формализованного описания артериальных дихотомий рассчитывались следующие производные: $\eta = (d_{\max}^2 + d_{\min}^2)/D^2$ – коэффициент ветвления и $\gamma = (d_{\min}/d_{\max})^2$ – коэффициент асимметрии, ξ – значение степени из уравнения $D^\xi = d_{\max}^\xi + d_{\min}^\xi$. Статистический анализ величин проводили с использованием лицензионного пакета MedStat в соответствии с рекомендациями [5].

Результаты. Распределение изучаемых величин отлично от нормального закона распределения, что обусловило выбор непараметрических статистических методов.

Коэффициент увеличения количества артерий в большинстве случаев (93%) равнялся 2 (дихотомия), однако в 6,8% он был равен 3 (трихотомия) и в 0,2% – 4 (квадритомия) Таким образом, для артериального русла печени наиболее характерным является дихотомическое деление материнской артерии, трихотомия встречается относительно редко, а квадратитомия – исключительно редко. Количество трихотомий с увеличением номера генерации и уровня деления изменяется. Такое взаиморасположение, вероятно, обусловлено особенностями функционирования артериальных разветвлений с разными коэффициентами увеличения количества ветвей.

Анализируя полученные данные, важно отметить, что распределение изучаемых величин неоднородно и смещается в сторону малых значений. Исключение составляет распределение величины γ , которое убедительно демонстрирует наличие 4 неоднородных групп, входящих в состав данной генерации. Как говорилось ранее, учитывая большой разброс абсолютных значений описываемых показателей, в качестве эталона нормы лучше использовать не абсолютные, а относительные показатели, а еще лучше не сами показатели, а их корреляционные и регрессионные зависимости друг от друга. Поэтому следующим этапом исследования стала попытка обнаружения возможных корреляционных и регрессионных зависимостей.

Путем непараметрического корреляционного анализа установлено отсутствие достоверных ($p > 0,05$) зависимостей между следующими изучаемыми показателями: $D_i - D_i/d_{min}$, $\gamma - \eta$, $D_i/d_{max} - D_i/d_{min}$, $Gr - \gamma$, $Gr - \eta$, $Gr - D_i/d_{max}$, $Gr - D_i/d_{min}$ и $i - D_i/d_{min}$.

Слабые достоверные ($p \leq 0,01$) положительные корреляционные зависимости установлены между $D_i/d_{min} - d_{max}$ ($r = 0,13$), $D_i - \eta$ ($r = 0,12$), $i - \gamma$ ($r = 0,14$), $i - D_i/d_{max}$ ($r = 0,22$) и отрицательные – между $D_i - \gamma$ ($r = -0,1$), $D_i - D_i/d_{max}$ ($r = -0,16$), $d_{min} - D_i/d_{max}$ ($r = -0,11$), $i - \eta$ ($r = -0,17$).

Таблица.
Численные значения, характеризующие внутриорганный артериальный русло печени в соответствии с дихотомической моделью.

	Valid N	Mean	Minim.	Maxim.	Variance	Std. Dev.	Standard Error	Skewness	Kurtosis
D_i (мм)	1585	0,7	0,1	6,7	0,36	0,6	0,02	3,05	15,86
d_{max} (мм)	1585	0,57	0,1	5,5	0,29	0,54	0,01	2,66	11,54
d_{min} (мм)	1585	0,3	0,1	5,4	0,13	0,36	0,01	4,56	37,71
γ (отн.ед)	1585	0,47	0,002	1	0,2	0,44	0,01	5,57	91,92
η (отн.ед)	1585	0,86	0,01	2	0,11	0,34	0,01	0,18	-0,09
D_i/d_{max} (отн.ед)	1585	1,44	1	12	0,47	0,69	0,02	6,81	78,14
D_i/d_{min} (отн.ед)	1585	3,02	1	21	4,66	2,16	0,05	3,37	17,85

Примечание: D_i – внутренний диаметр материнского артериального сегмента (мм), d_{max} – внутренний диаметр максимальной дочерней ветви (мм), d_{min} – внутренний диаметр минимальной дочерней ветви (мм) γ (asymmetry ratio) – коэффициент асимметрии (отн. ед.), η (area ratio) – коэффициент ветвления (отн. ед.), D_i/d_{max} , D_i/d_{min} – коэффициенты деления материнского артериального сегмента (отн. ед.).

Умеренные достоверные ($p < 0,001$) положительные зависимости установлены для $d_{max}-\eta$ ($r=0,37$), $d_{min}-\gamma$ ($r=0,39$), $d_{min}-\eta$ ($r=0,33$), $\gamma-D_i/d_{max}$ ($r=0,52$) и отрицательные – для $d_{max}-D_i/d_{max}$ ($r=-0,46$), $d_{min}-D_i/d_{min}$ ($r=-0,57$), $\eta-D_i/d_{min}$ ($r=-0,49$), $Gr-D_i$ ($r=-0,53$), $Gr-d_{max}$ ($r=-0,50$), $Gr-d_{min}$ ($r=-0,45$), $i-D_i$ ($r=-0,57$), $\gamma-d_{max}$ ($r=-0,48$) $i-d_{max}$ ($r=-0,58$), $i-d_{min}$ ($r=-0,43$).

Сильные достоверные ($p < 0,0001$) положительные корреляционные зависимости обнаружены для D_i-d_{max} ($r=0,94$), D_i-d_{min} ($r=0,78$), $d_{max}-d_{min}$ ($r=0,74$) и отрицательные – для $\gamma-D_i/d_{min}$ ($r=-0,80$), $\eta-D_i/d_{max}$ ($r=-0,85$).

Заключение. Как следует из приведенного, значение показателя η не зависит от номера генерации и уменьшается с увеличением уровня деления. Величина γ не зависит от номера генерации и незначительно увеличивается с ростом уровня деления. Обнаруженные факты свидетельствуют о том, что с увеличением номера генерации асимметрия величин диаметров дочерних ветвей не меняется. С увеличением уровня деления происходит увеличение разницы между внутренними диаметрами дочерних артерий, т.е. асимметрия (неравновеликость) возрастает.

Сильное влияние на величину диаметров артериальных сегментов оказывает уровень деления и номер генерации: с увеличением номера генерации и уровня деления просвет артерий достоверно уменьшается.

Полученные данные можно использовать в дальнейшем можно использовать для моделирования интраорганный артериальный русла печени с целью восстановления утраченных в процессе измерений данных.

Обнаруженные особенности распределения величин диаметров артериальных сегментов нацеливают на поиск различных типов соотношений диаметров сегментов, составляющих дихотомическое артериальное разветвление.

Литература

1. Roux, W. Ueber die verzweigungen der blutgefasse. Eine morphologische studie / W. Roux. – 1878. – Vol. 12. – P. 205-266.
2. Шмидт, Р. Физиология человека: в 3 т. / Р. Шмидт, Г. Тевс. – Издательство «УРСС», 2005. – 864 с.
3. Камкин, А.Г. Фундаментальная и клиническая физиология / А.Г. Камкин, А.А. Каменский. – М.: Academia, 2004. – 1073 с.
4. Новая полимерная рентгенконтрастная композиция для изготовления коррозионных анатомических препаратов / Э.С. Кафаров [и др.] // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2021. – Т. 15. – № 4. – С. 121-125.

5. Основы компьютерной биостатистики: анализ информации в биологии, медицине и фармации статистическим пакетом MedStat / Ю.Е. Лях [и др.]. – Донецк: Папакица Е. К., 2006. – 214 с.