

## **ПРЕЕМСТВЕННОСТЬ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИН ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ «МЕДИЦИНСКАЯ БИОХИМИЯ» НА ПРИМЕРЕ ИЗУЧЕНИЯ ВЯЗКОСТИ ЖИДКОСТИ**

**Тарасова А.В.<sup>1</sup>, Малыгина О.Г.<sup>1</sup>, Ушакова Н.Я.<sup>1</sup>, Ярошенко Ю.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет Минздрава России», Архангельск, e-mail: vesyb@mail.ru*

Получение фундаментальных, естественно-научных и прикладных медицинских знаний является основой в формировании профессиональных компетенций будущего врача-лаборанта. В статье на примере изучения вязкости жидкости продемонстрирована преемственность преподавания дисциплин «Общая и медицинская биофизика» и «Клиническая лабораторная диагностика» (специальность «Медицинская биохимия»). Обучающиеся знакомятся с гемовискозиметром Гесса и клиническим методом измерения вязкости крови. Так как кафедра медицинской и биологической физики не относится к клиническим кафедрам, то в качестве исследуемых жидкостей будущие врачи лабораторной диагностики используют спирт, а полученные закономерности переносят на реальные биожидкости. В дальнейшем они дополняют свои знания при изучении дисциплины «Клиническая лабораторная диагностика» (модуля «Гематологические исследования»), выполняют практические работы по определению основных показателей общего анализа крови на гематологическом анализаторе и проводят анализ полученных результатов с формированием клинико-лабораторного заключения. Получение фундаментальных знаний и выполнение экспериментальных практических работ на моделях на первых курсах обучения позволяют подготовить студента к решению профильных задач на старших курсах и формированию профессиональных компетенций. Такая организация преподавания демонстрирует междисциплинарный подход и профессионально ориентированный характер обучения, что способствует подготовке высококвалифицированного специалиста. Планируется детально проанализировать содержание других разделов и модулей дисциплин, усилить междисциплинарную связь и разработать учебно-методическое пособие.

Ключевые слова: врач-лаборант, биофизика, клиническая лабораторная диагностика, профессиональная компетенция, вискозиметр, вязкость, гематокрит.

## **CONTINUITY OF TEACHING DISCIPLINES IN THE SPECIALTY "MEDICAL BIOCHEMISTRY" ON THE EXAMPLE OF STUDYING THE VISCOSITY OF A LIQUID**

**Tarasova A.V.<sup>1</sup>, Malygina O.G.<sup>1</sup>, Ushakova N.Ya.<sup>1</sup>, Yaroshenko Yu.A.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*FGBOU VO «Northern State Medical University of the Ministry of Health of Russia», e-mail: vesyb@mail.ru*

Obtaining fundamental, applied medical and natural science knowledge is the basis for the formation of professional competencies of the future laboratory assistant. The article demonstrates the continuity of teaching the disciplines «General and Medical Biophysics» and «Clinical Laboratory Diagnostics» for students majoring in «Medical Biochemistry» on the example of studying the viscosity of a liquid. Students are introduced to the Hess hemoviscometer and the clinical method for measuring blood viscosity. Since the Department of Medical and Biological Physics does not belong to clinical departments, future doctors of laboratory diagnostics use different concentrations of alcohol as test liquids, and the obtained patterns are transferred to real bioliquids. In the future, they supplement their knowledge in the study of the discipline «Clinical Laboratory Diagnostics» of the module «Hematological Research», perform practical work to determine the main indicators of the general blood test on hematological analyzer. An analysis of the results obtained is carried out with the formation of a clinical and laboratory conclusion. The acquisition of fundamental knowledge and the implementation of experimental practical work on models in the first years of study make it possible to prepare a student for solving specialized problems in senior years and the formation of professional competencies. Such an organization of teaching demonstrates an interdisciplinary approach and a professionally oriented nature of education, which contributes to the preparation of a highly qualified specialist. It is planned to analyze in detail the content of other sections and modules of disciplines, to strengthen interdisciplinary communication and develop a teaching aid.

Keywords: laboratory assistant, biophysics, clinical laboratory diagnostics, professional competence, viscometer, viscosity, hematocrit.

В системе образования в настоящее время уделяется большое внимание практико-ориентированному обучению, целью которого является формирование у обучающихся общепрофессиональных и профессиональных компетенций практической деятельности и понимания того, для чего полученные компетенции необходимы в будущей профессии. Медицинское образование направлено на формирование профессиональных компетенций будущих специалистов, что требует регулярного обновления и совершенствования форм, способов и педагогических приемов.

На основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования обучающиеся по специальности 30.05.01 «Медицинская биохимия» готовятся к осуществлению профессиональной деятельности в следующих областях: образование и наука (профессиональное образование, научные исследования), здравоохранение (в сферах клинической лабораторной диагностики, медико-биологических исследований) [1].

Общепрофессиональная компетенция ОПК-1 «Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественно-научные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности» формируется при освоении дисциплин на протяжении всего периода обучения у студентов по специальности «Медицинская биохимия» в ФГБОУ ВО СГМУ (г. Архангельск) Минздрава России: «Математический анализ» (1-й курс), «Механика, электричество» (1–2-й курсы), «Оптика» и «Атомная физика» (2-й курс), «Физиология» (2–3-й курсы), «Общая и медицинская биофизика» и «Общая биохимия» (3-й курс), «Общая патология: патологическая анатомия, патофизиология» (3–4-й курсы), «Медицинская биохимия: принципы измерительных технологий, патохимия, диагностика, биохимия злокачественного роста» и «Клиническая лабораторная диагностика: лабораторная аналитика, менеджмент качества, клиническая диагностика» (5–6-й курсы).

Дисциплины, преподаваемые на старших курсах, в основном, это профильные клинические дисциплины, освоение которых направлено на формирование у студентов-биохимиков профессиональных компетенций, в частности ПК-1 «Способен выполнять общеклинические, биохимические, иммунологические, микробиологические, гематологические и молекулярно-генетические лабораторные исследования», ПК-8 «Способен проводить научные исследования в области молекулярной биологии, медицинской биохимии и клинической лабораторной диагностики», и трудовых функций, которые определены в профессиональном стандарте «Специалист в области клинической лабораторной диагностики». Основной обобщенной трудовой функцией является «Выполнение, организация и аналитическое обеспечение клинических лабораторных исследований третьей категории сложности» (код А/03.7) [2].

Большинство методов клинической лабораторной диагностики основаны на физических законах и закономерностях. Изучение таких дисциплин, как «Механика, электричество», «Оптика», «Атомная физика» и «Общая и медицинская биофизика», важно при обучении студентов специальности «Медицинская биохимия». В медицине очень активно используются результаты теоретических и экспериментальных достижений из области физики [3, с. 106]. В основе физиологических процессов в организме человека лежат физические закономерности. Поэтому изучение дисциплины «Физиология» базируется на знаниях дисциплин физического профиля. А при изучении дисциплины «Общая патология» необходимы знания, умения и навыки, формируемые при освоении дисциплины «Физиология».

Следовательно, получение фундаментальных, естественно-научных и прикладных медицинских знаний является основой в реализации профессиональной деятельности будущего врача лабораторной диагностики.

В данной статье рассмотрена преемственность в преподавании дисциплин «Общая и медицинская биофизика» и «Клиническая лабораторная диагностика: лабораторная аналитика, менеджмент качества, клиническая диагностика» на примере изучения вязкости жидкости.

Дисциплины «Общая и медицинская биофизика» и «Клиническая лабораторная диагностика: лабораторная аналитика, менеджмент качества, клиническая диагностика» относятся к обязательной части. При изучении дисциплины «Общая и медицинская биофизика» наибольшее количество часов отводится на изучение раздела «Биофизика органов и систем», который включает изучение значимых биофизических процессов, происходящих в организме человека, таких как реологические свойства крови, которые определяются ее составом. Различный состав крови приводит к изменению ее вязкости в сосудистой системе, что имеет существенное диагностическое значение. Полученные знания необходимы при изучении последующих дисциплин, в частности «Клиническая лабораторная диагностика». Данная дисциплина базируется на нескольких модулях, один из которых – «Гематологические исследования». Среди лабораторных гематологических исследований наиболее часто назначают общий анализ крови с определением доли эритроцитов в цельной крови (гематокрит), который показывает реакцию кроветворных органов при воздействии различных физиологических и патологических факторов.

Актуальным является осуществление междисциплинарного подхода в процессе обучения, основанного на поэтапности получения теоретических знаний и практических умений студентами, преемственности между дисциплинами и формировании профессиональных компетенций.

Цель исследования – продемонстрировать преемственность преподавания дисциплин «Общая и медицинская биофизика» и «Клиническая лабораторная диагностика: лабораторная аналитика, менеджмент качества, клиническая диагностика» на примере изучения вязкости жидкости.

### **Материалы и методы исследования**

Эффективность формирования профессиональных навыков будущего врача лабораторной диагностики достигается внедрением в образовательный процесс практических и лабораторных работ. Так, на кафедре медицинской и биологической физики Северного государственного медицинского университета (г. Архангельск) при изучении дисциплины «Общая и медицинская биофизика» в разделе «Биофизика органов и систем» студенты изучают тему «Гемодинамика», в которой рассматривается понятие вязкости жидкости.

Обучающиеся знакомятся с прибором гемовискозиметр Гесса, рассматривают его практическое назначение в медицине. Одно из явлений переноса – вязкость (или внутреннее трение) – свойство газов и жидкостей оказывать сопротивление перемещению одной части относительно другой части газа или жидкости. Коэффициент динамической вязкости (или вязкость)  $\eta$  показывает, насколько быстро изменяется скорость при переходе от слоя к слою газа или жидкости в направлении, перпендикулярном направлению перемещения слоев. Вязкость зависит от температуры и химических свойств газа или жидкости. Единица измерения в СИ:  $[\eta] = \text{Па}\cdot\text{с}$  [4, с. 159].

Кровь имеет сложную внутреннюю структуру, определяющую ее вязкие свойства. Кровь рассматривают как суспензию ее форменных элементов: эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов, находящихся в растворе – плазме крови. В норме вязкость крови составляет 4–5 мПа·с (это 1,5 раза больше вязкости плазмы). При различных патологических процессах значение вязкости крови варьирует от 1,7 до 22,9 мПа·с. Эритроциты составляют примерно 93% от всех форменных элементов крови, тогда упрощенно считают, что кровь – это суспензия эритроцитов в физиологическом растворе, вязкость крови в основном и определяют эритроциты. Вискозиметрией называется метод измерения коэффициента вязкости, а вискозиметр – это прибор для измерения вязкости жидкости. Изучая дисциплину «Общая и медицинская биофизика», студенты выполняют лабораторную работу по определению вязкости жидкости, используя капиллярный гемовискозиметр Гесса. Цель работы – овладение методикой измерения вязкости жидкости и практическими навыками работы с измерительным прибором – гемовискозиметром Гесса. Так как кафедра медицинской и биологической физики не относится к клиническим кафедрам, то работа с биологическими жидкостями (в частности, кровью) не проводится. В качестве исследуемых жидкостей

будущие врачи лабораторной диагностики используют спирт различных концентраций, а полученные закономерности переносят на реальные биологические жидкости.

Вискозиметр представляет собой две проградуированные пипетки **1** и **2**, которые установлены на общей подставке. Внутри каждой из пипеток находится капилляр одного и того же диаметра. У одной из пипеток находится кран **3**. В данную пипетку набирается дистиллированная вода, которая является эталонной жидкостью, и кран перекрывается. Так появляется возможность набрать исследуемую жидкость в другую пипетку, при этом уровень набранной дистиллированной воды не изменяется. Тройник **4** соединяет обе пипетки с резиновой трубкой **5**, в которую вставляется стеклянный стерильный наконечник **6** (рис. 1).

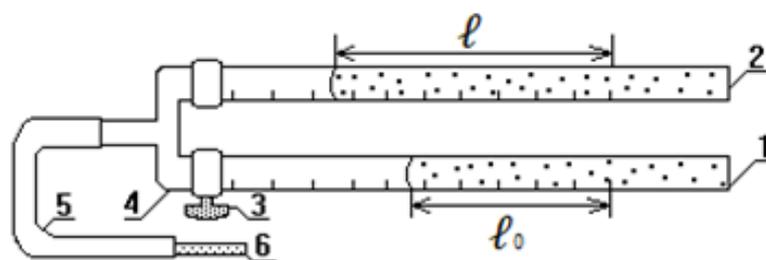


Рис. 1 Схема гемовискозиметра Гесса, где 1, 2 – градуированные пипетки, 3 – кран, 4 – тройник, 5 – резиновая трубка, 6 – стерильный наконечник

С целью соблюдения санитарных правил и норм (СанПин 3.3686-21 «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней») в настоящее время запрещено пипетирование ртом, поэтому авторами используются резиновые груши. Обучающиеся набирают до нулевой отметки дистиллированную воду в капилляр с краном, кран при этом перекрывают, а исследуемую жидкость набирают во второй капилляр. Затем вискозиметр располагают горизонтально. Кран капилляра с эталонной жидкостью открывают и осторожно втягивают грушей воздух из пипеток **1** и **2**. Жидкости, находящиеся в капиллярах, двигаются с разными скоростями. Когда дистиллированная вода пройдет путь от половины до трех четвертей первой пипетки, воздух прекращают втягивать, при этом измеряют расстояние, пройденное исследуемой жидкостью (спиртом). Опыт повторяется несколько раз.

В основе капиллярного метода лежит использование закона Пуазейля. Трубки – капилляры вискозиметра – имеют одинаковые длины и радиусы. При этом изменение давлений на концах капилляров будет тоже одинаковым. Используя формулу Пуазейля для

капилляров с эталонной и исследуемой жидкостями, получают рабочую формулу 
$$\eta = \eta_0 \cdot \frac{l_0}{l}$$

(где  $\eta_0 = 1$  мПа·с – динамическая вязкость дистиллированной воды, а  $l_0$  – путь, пройденный ею в капилляре 1,  $l$  – путь, пройденный раствором спирта в капилляре 2) и вычисляют вязкость спирта. Далее строят график зависимости среднего коэффициента вязкости жидкости от ее концентрации и делают вывод о том, что с увеличением концентрации спирта его вязкость увеличивается [5, с. 44].

В дальнейшем будущие врачи-лаборанты дополняют свои знания по вязкости крови в процессе изучения дисциплины «Клиническая лабораторная диагностика» с использованием современного оборудования. Исследование крови имеет большое значение в клинической диагностике, так как пробу крови легко получить, а ее состав и свойства при многих заболеваниях изменяются характерным образом. Изменение вязкости крови оценивается при определении гематокрита.

Гематокрит представляет собой объемную фракцию эритроцитов в цельной крови (показывает соотношение объемов эритроцитов и плазмы). Величина гематокрита зависит от объема и количества эритроцитов. У здоровой взрослой женщины гематокрит составляет в среднем 42%, а у мужчины – 47%. В крупных сосудах с большой скоростью кровотока и при нормальном гематокрите вязкость крови составляет 3–4 мПа·с, вязкость плазмы – 1,2 мПа·с, что близко к соответствующим значениям для дистиллированной воды (1 мПа·с). С увеличением гематокрита увеличивается вязкость крови, при этом происходит снижение доставки кислорода к тканям с развитием различных патологических процессов [6]. Определение гематокрита входит в общий анализ крови, в настоящее время его определяют на автоматических гематологических анализаторах. В гематологических современных счетчиках гематокрит считается вторичным расчетным параметром, получаемым из количества и объема эритроцитов. Расчет гематокрита вместе с количеством эритроцитов и гемоглобина необходим для определения таких состояний, как анемия, заболеваний сердечно-сосудистой системы. Существует и противоположная ситуация (эритроцитоз), когда количество гематокрита, эритроцитов и гемоглобина повышено. Как ответ эритроцитоз может возникнуть на какое-нибудь патологическое или физиологическое состояние, при котором содержание кислорода в крови будет меньше, чем в норме. Данное состояние может наблюдаться при повышенной физической нагрузке, пребывании на больших высотах и ожирении, а также при заболеваниях легких и пороках сердца [7].

В процессе изучения дисциплины «Клиническая лабораторная диагностика» (модуль «Гематологические исследования») студенты выполняют практические работы по определению основных показателей общего анализа крови, в частности количества эритроцитов, гемоглобина и гематокрита, на гематологическом анализаторе Medonic M-

series M20. Проводится анализ полученных результатов с формированием клинико-лабораторного заключения.

Были рассмотрены лабораторные методы исследования: вискозиметрия, определение гематокрита с использованием гематологического анализатора и метод анкетирования обучающихся по удовлетворенности изучения вопросов, связанных с понятием вязкости жидкости (крови) в преподаваемых дисциплинах «Общая и медицинская биофизика» и «Клиническая лабораторная диагностика».

### **Результаты исследования и их обсуждение**

На примере изучения вязкости жидкостей (спирт, кровь) данные практические работы демонстрируют важность поэтапного изучения материала обучающимися по специальности «Медицинская биохимия» с получением профессиональных знаний и умений.

По окончании изучения дисциплин проводится анкетирование обучающихся. В 2021–2023 учебных годах среди обучающихся 6-го курса специальности «Медицинская биохимия» было проведено анкетирование по удовлетворенности данной формой преподавания, в котором принял участие 31 человек. 93% анкетированных оценили важность модуля «Гемодинамика», входящего в раздел «Биофизика органов и систем» дисциплины «Общая и медицинская биофизика», для решения профессиональных задач будущего врача-лаборанта. Знание закономерностей вязкости жидкости (в частности, крови), помогло обучающимся (82% анкетированных) в изучении модуля «Гематологические исследования» дисциплины «Клиническая лабораторная диагностика». На вопрос: «Какую тему Вы считаете наиболее значимой с точки зрения применения в последующей практической деятельности?» – 87% респондентов отметили тему «Эритроцитарные показатели». Для улучшения качества преподавания данных дисциплин студенты предложили разработать междисциплинарные рабочие тетради по специальности «Медицинская биохимия» с подробным описанием практических и лабораторных работ, в которых была бы отражена связь изучения физических методов и их применения в клинической лабораторной диагностике.

### **Заключение**

В заключение отметим, что в статье рассматривается опыт преимущества преподавания фундаментальной дисциплины «Общая и медицинская биофизика» и клинической дисциплины «Клиническая лабораторная диагностика: лабораторная аналитика, менеджмент качества, клиническая диагностика» студентам, обучающимся по специальности 30.05.01 «Медицинская биохимия». Получение фундаментальных знаний и выполнение экспериментальных практических работ на моделях на первых курсах обучения позволяют подготовить студента к решению профильных задач на старших курсах и формировать профессиональные компетенции. Такая организация преподавания демонстрирует

междисциплинарный подход и профессионально ориентированный характер обучения, что способствует подготовке высококвалифицированного специалиста. В дальнейшем авторами планируется детально проанализировать содержание других разделов и модулей дисциплин с целью усиления междисциплинарной связи и разработать учебно-методическое пособие.

### Список литературы

1. Приказ Министерства науки и высшего образования РФ от 13 августа 2020 г. № 998 "Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 30.05.01 Медицинская биохимия" (с изменениями и дополнениями), 2020. 21 с.
2. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 14 марта 2018 г. № 145н «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист в области клинической лабораторной диагностики»» [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/71913892/> (дата обращения: 05.05.2023).
3. Кривцова И.О., Плетнев А.В., Бельчинский В.В. Анализ эффективности профильного изучения физики в медицинском вузе в рамках формирования профессиональных компетенций будущего врача // Проблемы современного педагогического образования. 2018. № 61-1. С. 106-109.
4. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. 656 с.
5. Аникина Н.Ю., Коровина В.А., Тарасова А.В., Ушакова Н.Я., Ярошенко Ю.А. Гидродинамика. Физические основы гемодинамики. Архангельск: Издательство СГМУ, 2021. 111 с.
6. Шмидт Р.Ф., Ланг Ф., Хекманн М. Физиология человека с основами патофизиологии. Т. 2. М.: Лаборатория знаний, 2021. 497 с.
7. Кишкун А.А. Клиническая лабораторная диагностика. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2019. 1000 с.