

Анализ акустических свойств мягких тканей как метод функционального контроля состояния ран челюстно-лицевой области и шеи

В.И.Кравец¹, В.Н.Федорова², А.Г.Притыко¹

¹Российский государственный медицинский университет им. Н.И.Пирогова, кафедра челюстно-лицевой хирургии и стоматологии, Москва (зав. кафедрой – проф. А.Г.Притыко);

²Российский государственный медицинский университет им. Н.И.Пирогова, кафедра медицинской и биологической физики, Москва (зав. кафедрой – проф. А.Я.Потапенко)

Целью исследования являлась разработка объективного функционального метода контроля регенерации мягких тканей – акустического скрининга. Проведен скрининг 240 больных с ранами челюстно-лицевой области различной этиологии с использованием акустического кожного анализатора АСА-1. Анализ полученных результатов показывает однотипность динамических изменений акустических показателей в разные фазы регенерации раны у пациентов всех групп. Данные, полученные в ходе работы, показали, что рост значений скорости акустической волны соответствует прогрессированию воспалительных явлений в ране (отек и инфильтрация тканей, гнойные раны) и, наоборот, отсутствие выраженных явлений воспалительной реакции в тканях отображалось низкими значениями скорости акустической волны. Изменения акустических показателей, регистрируемых в различные сроки заживления ран, объективно и достоверно отображают ход процесса регенерации, позволяют прогнозировать развитие гнойно-воспалительных осложнений.

Ключевые слова: акустическое функциональное исследование, раны, челюстно-лицевая хирургия

The analysis of acoustic characteristics of soft tissues as a method of functional control of the state of wounds in the cranial-facial area and neck

V.I.Kravets¹, V.N.Feodorova², A.G.Prityko¹

¹N.I.Pirogov Russian States Medical University, Department of Maxilla-Facial Surgery and Dentistry, Moscow (Head of the Department – Prof. A.G.Prityko);

²N.I.Pirogov Russian States Medical University, Department of Medical and Biological Physics, Moscow (Head of the Department – A.Ya.Potapenko)

The purpose of the study was the development of the objective functional method of the monitoring of the regeneration of soft tissues of acoustic screening. There was held the screening of 240 patients with the wounds of the maxillofacial area of different etiology by acoustic skin analyzer (ACA-1). The analysis of the obtained results shows the uniformity of dynamic changes of the acoustic indices during the different phases of the regeneration of a wound in the patients of all groups. Data during the work showed that the increase in the values of the speed of acoustic wave corresponds to the progression of inflammatory phenomena in the wound (edema and the infiltration of cloths, purulent wounds), and, on the contrary, the absence of the expressed phenomena of inflammatory reaction in the cloths was reflected by the low values of the speed of acoustic wave. Changes in the acoustic indices, recorded within different periods of the healing of the wounds objectively and reliably reflect the course of the process of regeneration and they make it possible to forecast the development of proinflammatory complications.

Key words: functional acoustic investigation, wounds, maxilla-facial surgery

Для корреспонденции:

Кравец Виктор Иванович, ассистент кафедры челюстно-лицевой хирургии и стоматологии Российского государственного медицинского университета им. Н.И.Пирогова

Адрес: 117997, Москва, ул. Островитянова, 1

Телефон: (495) 236-9222

E-mail: kraw71@mail.ru

Статья поступила 29.01.2009 г., принята к печати 23.06.2010 г.

В настоящее время в ургентной челюстно-лицевой хирургии о состоянии раны, наличии воспалительного процесса и жизнеспособности окружающих тканей чаще всего приходится судить на основании субъективного метода оценки, который включает в себя данные осмотра, анамнеза заболевания, пальпации и т.д. Но клинические признаки дают предварительное представление о дальнейшем

ходе раневого процесса и далеко не всегда позволяют прогнозировать развитие воспалительных явлений. При наличии обширной сочетанной патологии, выраженности гнойно-воспалительного процесса метод субъективной оценки является ретроспективным и практически нивелируется в прогностическом отношении.

Использование функциональных методов исследования, основанных на определении различных параметров тканей, позволяет значительно повысить информативность оценки состояния раны.

Применение нами акустического метода обосновано работами А.П.Сарвазяна и другими авторами, доказавшими возможность опосредованной оценки структуры биологических тканей на основании содержания в них влаги путем изучения распространения акустических поверхностных сдвиговых волн в моделях мягких биологических тканей [1–3].

Большой экспериментальный материал представлен в работах В.Н.Федоровой, показавшей, что исследование акустических параметров кожи позволяет достоверно оценивать состояние подлежащих тканей, т.к. скорость акустических возмущений в ближней зоне генератора четко коррелирует с морфофункциональным состоянием мягких тканей и показателями силы натяжения краев раны [4–8].

Данные этих исследований позволяют предположить, что акустический метод может явиться информативным методом функционального контроля состояния тканей в области раны, что и послужило основанием для настоящей работы.

Цель исследования – повысить эффективность существующих методов лечения больных с ранами челюстно-лицевой области различной этиологии путем разработки и внедрения объективного функционального метода контроля состояния раневого процесса, основанного на изучении поверхностных сдвиговых акустических возбуждений раневой поверхности и прилежащих тканей.

Пациенты и методы

Объектом исследования являлись 240 больных с ранами челюстно-лицевой области и шеи, в зависимости от этиологии которых пациенты были разделены на группы:

1-я группа – больные с травматическими повреждениями мягких тканей лица и шеи (ушибленные, рвано-ушибленные, резаные раны) – 64 (26,7%) человека;

2-я группа – больные с укушенными ранами лица – 36 (15%) человек. Выделение данной категории пациентов в отдельную группу обуславливалось бытующим мнением об этих ранах как «заведомо гнойных», характеризующихся высоким риском развития воспалительных осложнений;

3-я группа – больные с гнойно-воспалительными процессами челюстно-лицевой области, при которых объектом исследования являлись гнойные раны, образующиеся после вскрытия флегмон, – 92 (38,3%) человека;

4-я группа – контрольная. В нее входили больные со «стерильной» раной, то есть те, у которых разрез был произведен во время планового оперативного вмешательства, – 48 (20%) человек.

Акустический скрининг тканей в области ран лица и шеи проводился с помощью акустического анализатора кожи АСА

(acoustical skin analyzer). Прибор создан в лаборатории биофизики Института биологической физики РФ. Исследования проводились по методике, разработанной на кафедре медицинской и биологической физики РГМУ им. Н.И.Пирогова.

Измерения скорости акустической волны (V) проводили вдоль раны, отступая от ее краев на 0,5 см в нескольких точках вдоль раны (3–5), находящихся на одинаковом расстоянии друг от друга, и сравнивались с данными, полученными в точках той же локализации на коже с симметричной здоровой стороны. Датчик ориентировался по направлениям X и Y , которые соответствовали горизонтальной и вертикальной осям тела.

Для удобства обработки данных мы использовали следующие физические параметры: V_x , V_y – скорость акустической волны; коэффициент акустической анизотропии $K = V_x/V_y$; ΔV – разница между скоростью акустических волн, регистрируемых в патологически измененных и неповрежденных тканях.

Результаты исследования

Данные акустического скрининга у больных с первично-инфицированными, укушенными и «стерильными» ранами показали, что до проведения первичной хирургической обработки значения скорости акустической волны были **ниже** по сравнению со значениями скорости на неповрежденной здоровой стороне. Разница скоростей ΔV составила в среднем: «стерильные» раны – $19,8 \pm 4,2$ м/с; первично-инфицированные раны – $16,6 \pm 3,6$ м/с; укушенные раны – $14,4 \pm 3,7$ м/с (рис. 1).

После проведения первичной хирургической обработки и наложения швов у пациентов было зарегистрировано постепенное **возрастание** значений скорости акустической волны в области операционной раны, которое достигло максимума на 3-и сутки послеоперационного периода: у больных со «стерильными» ранами: $V_x = 84,4 \pm 4,8$ м/с, $V_y = 88,5 \pm 3,2$ м/с, $\Delta V = 46,6 \pm 4,6$; $K = 1,07 \pm 0,01$; с первично-инфицированными ранами: $V_x = 94,2 \pm 3,8$ м/с, $V_y = 97,7 \pm 4,8$ м/с,

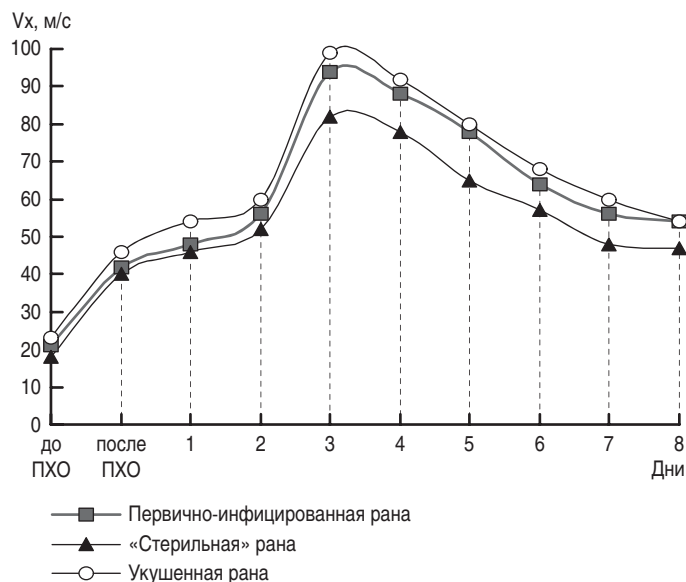


Рис. 1. Акустометрия при заживлении укушенной, первично-инфицированной и «стерильной» ран.

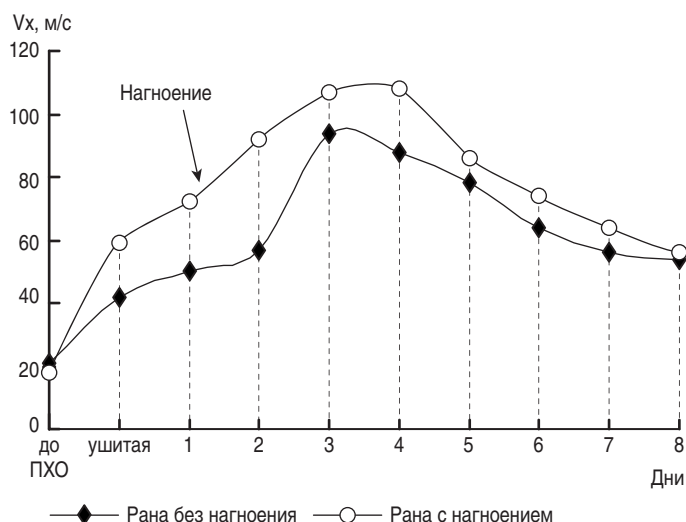


Рис. 2. Акустометрия при нагноении первично-инфицированной раны. Различия в группах сравнения «стерильных», первично-инфицированных и укушенных ран статистически не достоверно ($p > 0,05$). Различия в группах сравнения в точках 1–4 статистически достоверны ($p < 0,05$), в точках 5–8 статистически не достоверны ($p > 0,05$).

$\Delta V = 56,4 \pm 4,2$; $K = 1,04 \pm 0,03$; у большинства больных с укушенными ранами лица (32 человека) значения составили: $V_x = 97,8 \pm 4,6$ м/с, $V_y = 103,7 \pm 4,5$ м/с, $\Delta V = 60,1 \pm 5,8$; $K = 1,06 \pm 0,03$.

На протяжении дальнейшего послеоперационного периода (4–7-й день) по данным акустического скрининга наблюдалось плавное **уменьшение** значений скорости акустической волны, и на момент снятия швов (7-е сутки послеоперационного периода) эти значения составляли: у больных со «стерильными» ранами: $V_x = 48,3 \pm 3,9$ м/с, $V_y = 55,1 \pm 3,6$ м/с, $\Delta V = 10,5 \pm 3,9$; $K = 1,14 \pm 0,02$; с первично-инфицированными ранами: $V_x = 56,4 \pm 3,1$ м/с, $V_y = 61,1 \pm 2,7$ м/с, $\Delta V = 18,6 \pm 3,8$; $K = 1,04 \pm 0,03$; с укушенными ранами: $V_x = 58,2 \pm 2,7$ м/с, $V_y = 64,4 \pm 3,8$ м/с, $\Delta V = 20,4 \pm 4,8$; $K = 1,09 \pm 0,01$.

Практически полное нивелирование разницы в значениях скорости распространения проводимости акустической волны, регистрируемой со здоровой и поврежденной сторон, во всех группах происходило в течение реабилитационного периода до 25–27-х суток после операции.

Несколько иной была картина акустического скрининга при развитии нагноения первично-инфицированных ран. Нами наблюдались 4 пациента с ранами, проникающими в полость рта, у которых отмечалась более стремительная динамика возрастания значений скорости акустической волны в первые 4 дня послеоперационного периода по сравнению с остальными больными данной подгруппы (рис. 2). Клинически это проявлялось выраженным послеоперационным отеком, гиперемией в области послеоперационной раны и болезненной пальпацией.

Максимальные значения V_x и V_y при нагноении раны регистрировались на 4-е сутки послеоперационного периода. Их значения составили: $108,2 \pm 3,2$ м/с, $110,4 \pm 3,4$ м/с, $\Delta V = 66,2 \pm 4,7$; $K = 1,03 \pm 0,02$. В связи с этим на 4-й день послеоперационного периода у этих больных частично были сняты швы, произведена ревизия и дренирование раны, во всех случаях было получено гнойное отделяемое.

Далее, на фоне активного диализа раны растворами антисептиков, антибактериальной и противовоспалительной терапии, у этих пациентов было зарегистрировано постепенное снижение значений акустической волны. Однако уменьшение значений V_x и V_y происходило у них менее динамично по сравнению с аналогичными данными, отмечаемыми у остальных больных с неосложненным течением раневого процесса, и на 7-й день составляло: $V_x = 64 \pm 2,8$ м/с, $V_y = 72,4 \pm 3,5$ м/с, $\Delta V = 26,2 \pm 4,9$; $K = 1,12 \pm 0,01$.

Оставшиеся швы у больных были сняты на 9-й день послеоперационного периода при значениях скорости акустической волны: $V_x = 54,4 \pm 2,8$ м/с, $V_y = 60,2 \pm 4,2$ м/с, $\Delta V = 16,2 \pm 5,4$; $K = 1,11 \pm 0,01$. Воспалительные явления к этому сроку наблюдения не были выражены, пальпация безболезненна, в области послеоперационной раны сохранялась незначительная инфильтрация тканей.

Полное выравнивание значений акустической волны в области раны и здоровых тканей симметричной противоположной стороны происходило к 29–30-м суткам послеоперационного периода.

Акустическая картина, наблюдаемая в области гнойно-воспалительного очага челюстно-лицевой области, характеризовалась резким **увеличением** скорости акустической волны. Возрастание ее значений происходило с периферии по направлению к эпицентру инфильтрата, где средние значения скорости акустической волны достигли значений: $V_x = 114,6 \pm 8,2$ м/с, $V_y = 116,5 \pm 7,8$ м/с, $\Delta V = 76,8 \pm 7,4$; $K = 1,01 \pm 0,01$ (рис. 3).

После проведения операции (вскрытие абсцесса, флегмоны) мы отмечали резкое **снижение** скорости акустической волны в области гнойной раны. Разница между ее значениями до и после вскрытия флегмоны составила $\Delta V = 56,2 \pm 3,4$ м/с (рис. 4).

Результаты дальнейшего акустического скрининга показали, что на протяжении первых трех суток послеоперационного периода у пациентов с гнойными ранами происходит стремительный **рост** значений скорости акустической волны. Максимальные значения этого показателя регистрировались на 4-е сутки послеоперационного периода и составили: $V_x = 118,7 \pm 3,9$ м/с, $V_y = 119,2 \pm 4,1$ м/с, $\Delta V = 90,9 \pm 5,2$; $K = 1,01 \pm 0,01$.

В последующие сроки у этих больных, как и у больных с первично-инфицированными и укушенными ранами, после достижения максимальных значений, мы регистрировали постепенное **уменьшение** скорости акустической волны.

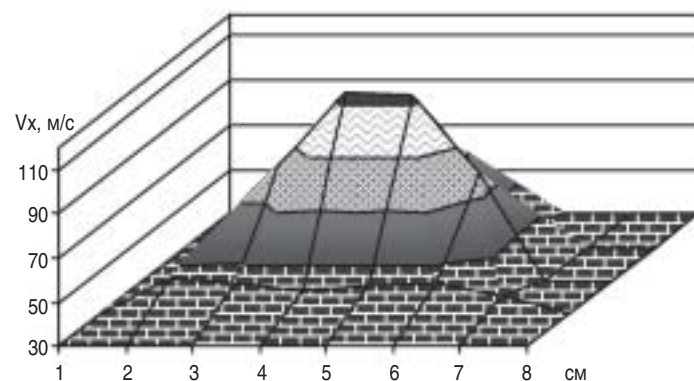


Рис. 3. Акустометрия в области гнойного очага.

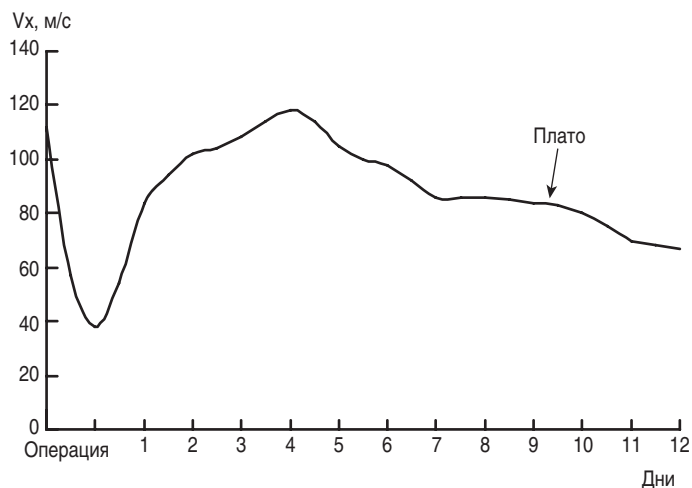


Рис. 4. Акустометрия в области гнойной раны. Различия в группах сравнения статистически не достоверны ($p > 0,05$).

Но в отличие от этих групп динамика изменения акустических показателей у пациентов с гнойными ранами была менее интенсивна в данные сроки наблюдения. Так, на 7-е сутки послеоперационного периода показатели составили: $V_x = 74,2 \pm 3,3$ м/с, $V_y = 79,7 \pm 4,6$ м/с, $\Delta V = 46,4 \pm 5,6$; $K = 1,06 \pm 0,01$.

Акустический скрининг в области гнойной раны на 7–9-й день послеоперационного периода характеризовался **отсутствием** динамических изменений скорости акустической волны (стагнацией). На графике этот период регистрировался в виде плато. После этого происходило дальнейшее уменьшение значений скорости акустической волны.

На 12-е сутки послеоперационного периода значения скорости акустической волны составляли: $V_x = 55,1 \pm 3,6$ м/с, $V_y = 61,0 \pm 2,5$ м/с; $\Delta V = 17,7 \pm 3,8$; $K = 1,06 \pm 0,01$ и превышали контрольные, регистрируемые с симметричной стороны, в среднем на $17,3 \pm 3,6$ м/с.

Полное выравнивание значений акустических показателей в области здоровой и больной сторон происходило при окончательном завершении фаз эпителизации, как правило, регистрируемые у пациентов уже после выписки из стационара в период реабилитации (35–40-е сутки послеоперационного периода).

Обсуждение результатов и заключение

Анализ полученных результатов показывает однотипность динамических изменений акустических показателей в разные фазы регенерации раны у пациентов всех групп. Являясь отображением общего процесса репаративной регенерации, принципиальные различия в графиках изменения скорости акустической волны при заживлении ран различного происхождения проявлялись только выраженностью амплитуды значений V и динамикой их изменений во времени (t) (рис. 5).

Полученные нами данные показали, что регистрируемые высокие значения скорости акустической волны соответствуют наибольшим проявлениям воспалительных явлений в ране (отек и инфильтрация тканей, гнойные раны) и, наоборот, отсутствие выраженных явлений воспалительной реакции в тканях отображалось низкими значениями скорости акустической волны.

На 7–8-й день лечения гнойных ран отмечается стабилизация значения скорости акустической волны (формирование «плато»). Данный факт объясняется тем, что начинающееся образование в ране грануляций вызывает уплотнение ткани, а следовательно, улучшение проводимости звуковых колебаний при отсутствии каких-либо признаков прогрессирования воспалительного процесса.

Образование «плато» скорости акустической волны при акустическом скрининге гнойных ран, по нашему мнению, является критерием наложения ранних вторичных швов. Этот признак разрешает не дожидаться появления в ране видимой грануляционной ткани, как при использовании стандартных схем лечения этих больных.

В результате проведенного исследования также было выявлено, что кривая акустических показателей, регистрируемых при заживлении укушенных ран, незначительно отличается от таковой, фиксируемой при заживлении первично-инфицированных ран. Это позволяет утверждать, что вероятность развития гнойно-воспалительных осложнений при проведении активной первичной хирургической обработки укушенных ран не превышает таковую при первично-инфицированных ранах и совсем не соответствует понятию «заведомо гнойной раны». Поэтому всем больным с укушенными ранами проводилась активная первичная хирургическая обработка ран, а пациентам, у которых раны сопровождались дефектом мягких тканей, была проведена первичная пластика местными тканями. Гнойно-воспалительные осложнения в послеоперационном периоде не отмечались ни в одном случае.

В завершение следует отметить, что спектр использования данного метода можно расширить, применяя его не только в челюстно-лицевой хирургии, но и в других областях медицины для лечения и профилактики различных гнойно-воспалительных заболеваний, учитывая уникальные свойства данного метода функциональной диагностики.

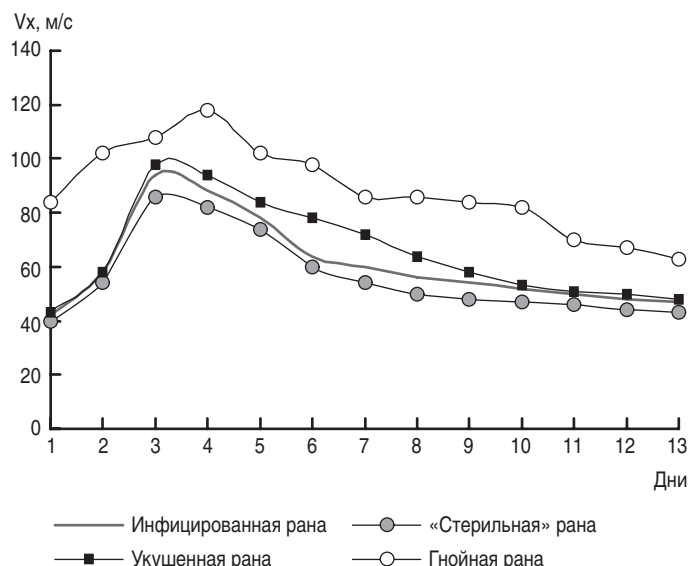


Рис. 5. Типы акустических кривых, полученных при заживлении ран челюстно-лицевой области. Различия в группах сравнения пациентов со «стерильными», первично-инфицированными и укушенными ранами статистически не достоверны ($p > 0,05$). Различия в группе сравнения пациентов с гнойными ранами с остальными группами статистически достоверны ($p < 0,05$).

Литература

1. Hess C.T. Fundamental strategies for skin care // *Ostomy-Wound-Manage.* – 1997 Sep. – V.43 (8). – P.32–41.
2. Sarvazyan A.P. et al. Method and device for acoustic testing of elasticity of biological tissues // *United States Patent.* – №4. – №947851 от 14.08.1990.
3. Шорохов В.В., Воронков В.Н., Клишко А.Н., Пашовкин Т.Н. Распространение поверхностных сдвиговых возмущений продольной поляризации в моделях мягких биологических тканей // *Механика композит. материалов.* – 1992. – №5. – С.669.
4. Обрубов С.А., Федорова В.Н., Сидоренко Е.И., Воронкова В.Н. Метод прижизненной оценки биомеханических свойств тканей глаза (экспериментальное исследование) // *Вестн. офтальмол.* – 1995. – №4. – С.27–30.
5. Федорова В.Н. Экспериментальное обоснование использования акустических свойств кожи и других тканей для диагностики и оценки эффективности их лечения. Автореф. д.б.н. – М. – 1996. – 36 с.
6. Притыко А.Г., Кравец В.И., Гончарова А.В. Акустические параметры регенерации гнойных ран у больных с аденофлегмонами лица и шеи // *Вестн. оториноларингол.* Материалы 5-й Всероссийской конференции оториноларингологов. – М., 2006. – С.308.
7. Притыко А.Г., Кравец В.И., Федорова В.Н. Применение акустического скрининга в период регенерации гнойной раны у больных с флегмонами челюстно-лицевой области и шеи. Тезисы Российского национального конгресса «Человек и лекарство». – М., 2008. – С.403.
8. Светловский А.А. Акустическая диагностика переломов нижней челюсти. Автореф. к.м.н. – Днепропетровск, 1994. – 17 с.

Информация об авторах:

Федорова Валентина Николаевна, доктор биологических наук, профессор кафедры медицинской и биологической физики Российского государственного медицинского университета им. Н.И.Пирогова
Адрес: 117997, Москва, ул. Островитянова, 1
Телефон: (495) 434-7145

Притыко Андрей Георгиевич, доктор медицинских наук, профессор кафедры челюстно-лицевой хирургии и стоматологии Российского государственного медицинского университета им. Н.И.Пирогова
Адрес: 117997, Москва, ул. Островитянова, 1
Телефон: (495) 435-4107

ИЗ ЖИЗНИ УНИВЕРСИТЕТА

Выпускники РГМУ: «Мы будем помнить МБФ»

Инновации в медицине, о которых так много говорят, без медицинской науки невозможны. Всем понятно, что для этого нужны, и не в последнюю очередь, квалифицированные исследовательские кадры, способные серьезно заниматься наукой, обладающие способностью творчески и неординарно мыслить. Именно такие кадры для медицинской науки и практического здравоохранения был призван готовить медико-биологический факультет (МБФ) РГМУ. С момента образования МБФ был на подъеме. Студенческую среду составлял преимущественно мужской контингент, юноши. Интерес к науке у них был огромный. Все было по плечу нашим выпускникам. Основательная фундаментальная подготовка с хорошим знанием биологии и медицины раскрывала перед ними большие перспективы, широкое поле деятельности. Они были везде нужны и, как говорят, были нарасхват. Да и самомнение у них было значительное. Теперь другие времена, МБФ приобрел девичье лицо, в том смысле, что девушек по сравнению с юношами у нас стало обучаться несравненно больше. Девушки задают тон всему, и не только в силу своей численности, но и своей активности. И это сейчас стало неоспоримым фактом. Не ухудшилось ли качество образования при этом – естественный вопрос. На кафедре медицинской биофизики МБФ прошли защиты дипломных работ, многие из которых тематически были посвящены решению самых актуальных проблем медицины. Отзывы на дипломные работы из известных лабораторий от авторитетных ученых, руководителей дипломных работ, а также от посторонних рецензентов свидетельствуют о том, что МБФ по-прежнему готовит первоклассные кадры. Из отзыва заведующего лабораторией клинической иммунологии и диагностики СПИД НИИ скорой помощи им. Н.В.Склифосовского, научного руководителя дипломной работы Парузиной Дарьи Владимировны: «В процессе работы зарекомендовала себя как грамотный специалист с большими перспективами. Пользуется заслуженным уважением среди сотрудников лаборатории. На основании всего изложенного выше считаю, что Д.В.Парузина является высококвалифицированным специалистом, достойным присвоения ей квалификации «врач-биофизик». Вряд ли можно после этого усомниться в объективной оценке качества образования нынешних выпускников МБФ по специальности «Медицинская биофизика». Что нового можно добавить к таким оценкам? Добавить может только сам выпускник. Смысл обучения осознается постепенно, не сразу. Видение того, как и чему учили, возникает у наших студентов при выполнении дипломных работ и на финальном аккорде – защите дипломных работ. В этом плане заключительное слово нашей выпускницы Любушкиной Татьяны Дмитриевны после защиты дипломной работы, признанной ГАК в числе лучших на факультете, заслуживает быть процитированной. «Приятно осознавать, что на медико-биологическом факультете отношения между студентами и преподавателями строятся не так, как это принято по закону о высшей школе. Здесь можно говорить, скорее, о семье, в которой студента направляют, поддерживают и стараются вложить не только теоретические и практические знания по изучаемым предметам, но и способность анализировать полученную информацию. И даже если что-то не получается, преподаватели скорее попытаются найти к тебе индивидуальный подход, чем махнут рукой и отправят самостоятельно разбираться с проблемой. Это очень важно, поскольку не возникает боязни обращаться к преподавателю и боязни ошибаться: только в этом случае возможен какой-то прогресс и в обучении, и в научной деятельности. Уже не один раз я слышала от студентов лечебного факультета, что выпускника МБФ видно издалека, потому что на лице написано, что человек обладает определенным складом ума и менталитетом. Наше образование накладывает отпечаток на все сферы жизни. Чаше возникают вопросы: «Почему? Зачем? Каким образом?» Намного интереснее пытаться отвечать на них, а не безразлично проходить мимо и ждать, пока кто-нибудь другой попробует с этим разобраться. Где-то внутри меня поселился скептически настроенный исследователь, постоянно требующий новых знаний и объяснений происходящего вокруг. И это очень здорово! Вот за это – просто безумная благодарность, без этого мне было бы скучно жить!» Надо сказать, что много хороших и приятных слов такого рода приходится слышать членам ГАК от студентов – выпускников МБФ на защитах дипломных работ.

Профессор кафедры медицинской биофизики МБФ, д.б.н. Ю.М.Петренко