

© Л.А. Гребенюк, И.И. Мартель, 1998

## **Текущий контроль акустических свойств кожи у больных с открытыми переломами костей конечностей (методические аспекты)**

**Л.А. Гребенюк, И.И. Мартель**

## **Current control of skin acoustic properties in patients with open fractures of limb bones**

**L.A. Grebeniuck, I.I. Martel**

Российский научный центр "Восстановительная травматология и ортопедия" им. академика Г. А. Илизарова, г. Курган (Генеральный директор — академик РАМТН, д.м.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ В.И. Шевцов)

---

Описана методика измерения скорости звука в коже у больных с различными типами открытых переломов костей конечностей, позволяющая в режиме "on line" безболезненно исследовать необходимые по площади зоны кожного покрова, в том числе, близкорасположенные к раневой поверхности. Построение огибающих кривых векторов звуковых скоростей ("акустических полей") лежит в основе сравнительной оценки механического состояния симметричных участков кожи больного и интактного сегментов. Предложенный подход в исследовании состояния кожи пораженного сегмента позволяет учитывать форму ран и проводить дифференциальную диагностику формы "акустических полей" в зависимости от этого фактора, осуществлять динамический контроль акустических свойств кожи с целью оптимизации лечения.

Ключевые слова: кожа, акустические свойства, открытые переломы, конечность, раны.

A technique of sound speed measurement in skin of patients with limb bone open fractures of different types is described, which allows painless study of necessary by the area zones of skin integument, including adjacent to wound surface, using "on line" mode. Plotting passing over curves of vectors of sound speeds ("acoustic fields") is taken as a basis of comparative evaluation of the mechanical condition of symmetric skin portions of involved segment and intact one. The proposed approach in the study of the involved segment skin condition allows to take wound contour into consideration and make differential diagnostics of the "acoustic field" form, depending on this factor, to control skin acoustic properties in dynamics for optimization of treatment.

Keywords: skin, acoustic properties, open fractures, limb, wounds.

---

Проблема разработки точных методов оценки состояния кожного покрова в настоящее время сохраняет свою актуальность. И хотя для решения диагностических задач предложены различные методы изучения свойств покровных тканей (иммунологический, радиоавтографический), они не находят широкого использования по причине технической сложности [1]. По мнению ряда исследователей, целесообразно проводить неинвазивное определение акустических свойств биологических тканей [2]. Дальнейшим развитием этой идеи явилась разработка способа определения типов рубцов на основе измерения скорости звука в рубцово-измененной ткани [3].

В нашем научном Центре способ определения звуковых свойств кожного покрова нашел свое применение для целей диагностики "готовности" тканей к проведению пластики у больных с различными видами синдактилий пальцев кисти [4]. Вместе с тем, до настоящего времени

методика определения скорости звука (акустическая вельосиметрия) в коже больных с открытыми травмами костей конечностей должного применения не нашла. Хотя достаточно часто хирург сталкивается с проблемой закрытия больших дефектов мягких тканей ( в том числе, и кожи) и создания таких механических условий в них, которые не приводили бы к ухудшению местных условий микроциркуляции. В настоящее время используются разработанные с учетом формы раны способы замещения дефектов мягких тканей, позволяющие добиться их заживления первичным натяжением [5]. В этом случае учитывается величина, направление раны относительно оси сегмента, анатомо-топографические особенности мягких тканей пораженного сегмента. Для текущей оценки механо-биологических условий заживления различных по форме ран возникла необходимость модификации разработанной ранее методики исследования акустических

свойств кожного покрова с последующим ее внедрением в клинику при лечении больных с открытыми переломами [6].

Акустовелосиметрию кожи нижней конечности осуществляли с помощью акустического анализатора (ASA, разработка России и Югославии). В соседних с раневой поверхностью участках кожи выделяли несколько областей, расположенных дистальнее и проксимальнее раны. С учетом доступа для проведения замеров каждая из этих областей разбивалась на участки площадью около  $1\text{см}^2$ . Число исследуемых участков для одного больного достигало 8 – 12. Скорость звука определяли в различных направлениях относительно продольной оси конечности: параллельно, поперечно и косо-диагонально. Контакт с кожной поверхностью осуществляли с помощью шупов датчика. Глубина проникновения изгибных колебаний звуковой волны не превышала 2 мм.

Полученные значения скоростей акустической волны легли в основу построения огибающих кривых их векторов (рис. 1). Затем проводили сравнительный анализ модулей скоростей звука в симметричных областях кожи пораженного и интактного сегментов.

Модифицированная нами методика акустовелосиметрии позволила получать характеристики распределения скоростей звука в различных от раны участках кожи на 1, 2, 3 см и более. Как показано на рис. 1, в трех последовательно расположенных соседних областях кожи форма фигур «акустических полей» идентична. Для правой и левой конечностей указанные фигуры зеркально отражены. А в сравнительном аспекте относительно формы фигур огибающих кривых параметров звука в коже интактного сегмента существенных различий не было выяв-

лено. Вместе с тем, отмечено возрастание модулей скоростей звука в исследованных зонах пораженного сегмента относительно значений на интактном сегменте. Это указывает на изменения метаболических процессов в кожном покрове пораженного сегмента и повышение его жесткости [7].

Использование методики определения акустических свойств кожи у 10 больных с открытыми переломами костей голени позволило выявить различия в конфигурации «акустических полей» в зависимости от формы раны (рис. 1, 2), а также быстро и неинвазивно изучать в динамике механо-биологические условия в соседних с раной участках. В частности, в процессе модификации методики было проведено динамическое наблюдение у одного из пациентов, когда акустовелосиметрия проведена на 81 участке кожи в течение двух месяцев лечения. Были прослежены изменения в модулях скоростей звука, осуществлен сравнительный графический анализ формы «акустических полей», что является предметом дальнейшего рассмотрения.

Таким образом, описанная модификация методики измерения скорости звука в коже у больных с различными типами открытых переломов костей конечностей позволяет в режиме "on line" безболезненно исследовать необходимые по площади зоны кожного покрова. Построение огибающих кривых векторов звуковых скоростей («акустических полей») лежит в основе сравнительной оценки механического состояния симметричных участков кожи больного и интактного сегментов, что, в конечном счете, позволяет вовремя осуществлять коррекцию лечения с целью создания оптимальных условий для заживления кожной раны.

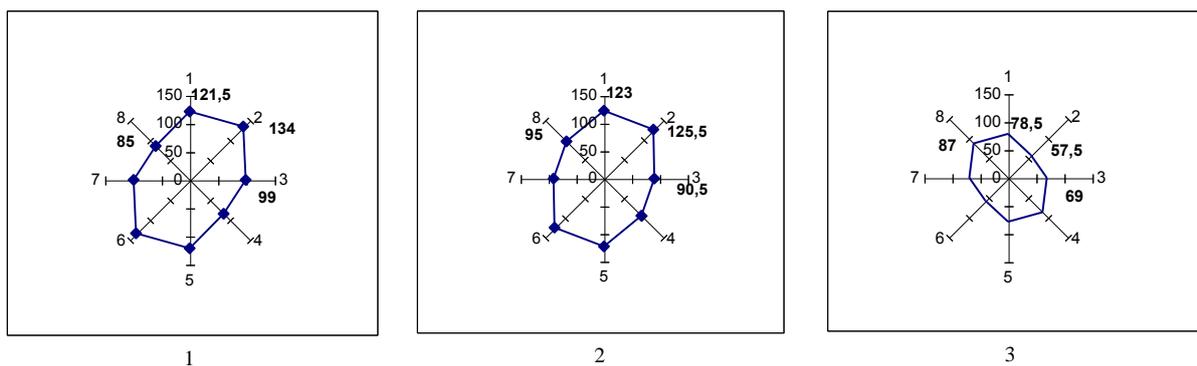


Рис. 1. Форма «акустических полей» кожи медиальнее продольной раны у больного с открытым переломом обеих костей левой голени (1, 2) и симметричного участка контралатерального сегмента (3).

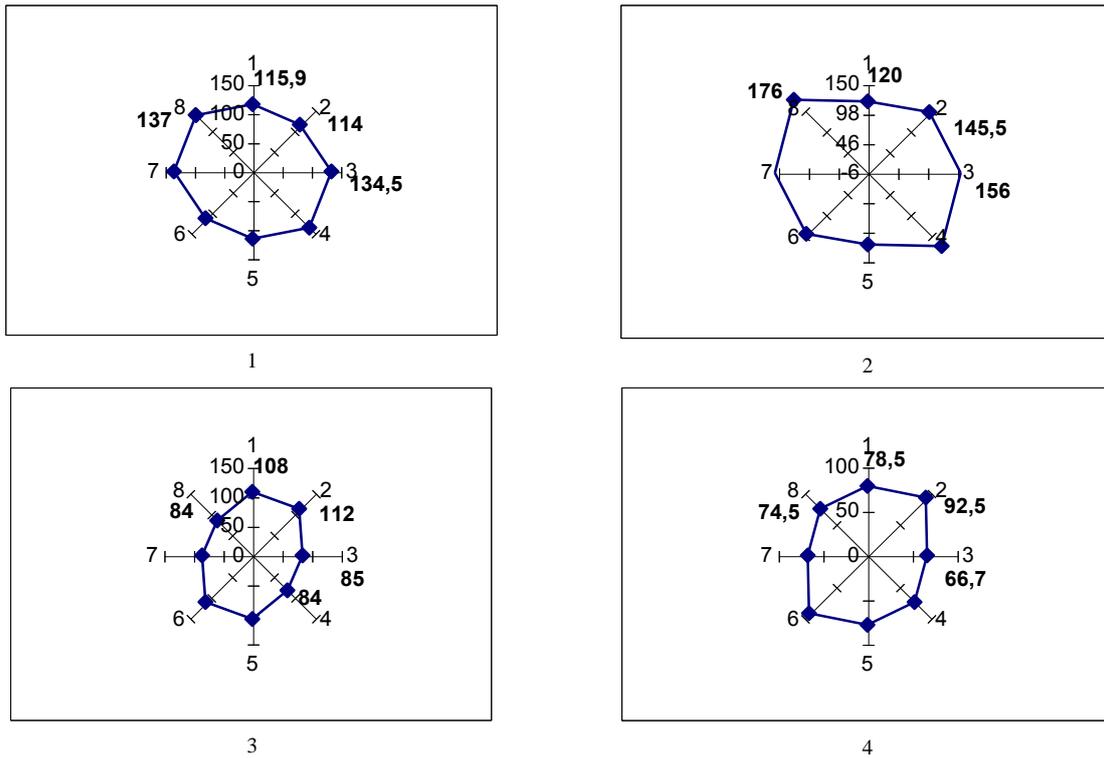


Рис. 2. Формы огибающих кривых векторов скоростей звука в коже голени. Полуциркулярная форма раны. 1, 3 – участки кожи локализованы выше (1) и ниже (2) раны. 3, 4 – симметричные области кожного покрова интактной голени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kurnatovski A, Pruszczyński M. // Acta chir. plast. – 1968. – Vol. 10. – P. 232-236.
2. Сарвазян А.П. Низкая скорость звука в гелях и биологических тканях: Автореф. дис... канд. физ-мат. наук. - Пушино, 1968. - 19 с.
3. Новый способ определения типа рубцово-измененной ткани /В.Н.Федорова, Е.И. Маевский, В.А. Плигин и др. // Вестник РАМН. – 1994. –N 4. – С. 12-15.
4. Заявка 96116763/14 РФ МКИ<sup>6</sup> А61В8/00. Способ оценки биомеханического состояния кожных покровов / В.И.Шевцов, Л.А.Гребенюк, М.Г.Знаменская. - Заявлено 16.08.96.
5. Швед С.И., Мартель И.И. Замещение травматических дефектов мягких тканей методом дозированного тканевого растяжения по Илизарову // Пластическая хирургия при ожогах и ранах: Материалы междунар. конф. (5-7 декабря 1994г.). – М., 1994. – Ч. III. – С. 86-87.
6. Утенькин А.А., Гребенюк Л.А. Методика исследования акустической анизотропии кожи // Физиология человека. – 1994. – Т.20, N.5. – С.137- 141.
7. Федорова В.Н., Кошкин В.М., Богданец Л.И. Использование метода оценки механических параметров кожи для обследования больных с варикозной болезнью нижних конечностей // Бюлл. эксперим. биол. – 1993. – N.1. – С. 93-95.

Рукопись поступила 30.10.98.