

ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ КОНТРОЛЬОВАНИХ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ НИЖНІХ КІНЦІВОК

Резніченко В.С., група ПЭ-01

Керівник проф. каф. ЕТ Чичикало Н.І.

Актуальність. Переломи довгих кісток нижніх кінцівок є найбільш частим видом пошкоджень опорно-рухового апарату. Так, переломи стегнової кістки складають 8–25 %, кісток гомілки — 10–40,8 %. Актуальність проблеми визначається значною частотою інфекційних ускладнень, високими показниками непрацездатності, зокрема з виходом на інвалідність. Так, інфекційні ускладнення при оперативному лікуванні переломів кісток гомілки зустрічаються в 16,5–35,7 %, деформації сегменту після різних видів остеосинтезу — в 15,4–41,8 %, незрощені переломи і помилкові суглоби — в 25–58 % [1].

Відомі два типи загоєння переломів: первинне і вторинне зрощення.

Первинне загоєння кісткової рани здійснюється одразу кістковим зрощенням відламків без фази фіброзно-хрящової мозолі. До первинного загоєння відноситься також затримане первинне кісткове зрощення.

Вторинне зрощення складається із наступних стадій: 1) запалення (0–5 днів після травми); 2) диференціювання клітин і формування тканеспецифічних структур в області травмованої кістки (4–10 днів після травми); 3) реорганізація тканинних структур і мінералізація (9–25 діб після травми, до 16 тижнів); 4) ремоделювання (25–50 діб після травми); 5) результат (45 діб і більш після травми).

Перелічені етапи відображають «нормальний» розвиток остеорепації, яка протікає без відхилень [2]. Не дивлячись на те, що регенерація кістки є генетично обумовленим процесом, в 10–15% випадків має місце порушення репаративного остеогенезу. Ці порушення

спостерігаються при використанні будь-яких з існуючих на даний час методів лікування. В структурі причин виходу на інвалідність серед всіх видів пошкоджень опорно-рухової системи на несправжні суглоби і незрощення переломів довгих кісток приходиться до 25,2% [3].

Раціональне використання і вдосконалення методів діагностики пошкоджень і захворювань опорно-рухового апарату, а також контроль за відновленням функції пошкоджених органів в процесі реабілітації дозволяють скоротити терміни лікування, виключити або значно зменшити вихід на інвалідність.

Відомі наступні методи діагностики: класична рентгенодіагностика; комп'ютерна томографія; магнітно-резонансна томографія; ультразвукова діагностика.

1. Класична рентгенографія. Цей метод займає перше місце при діагностиці переломів, дозволяючи одержати первинну діагностичну інформацію. Але рентгенографія базується на використанні іонізуючого випромінювання, що робить неможливим застосування її як джерела інформації про динаміку остеогенезу, до того ж вона має обмежені можливості візуалізації і оцінки стану м'яких тканин, тому перші чіткі зміни на рентгенограмі можна зафіксувати тільки на третій стадії остеосинтезу з утворенням кісткового регенерату. До того ж близько 80% рентгенологічного обладнання в Україні використало свій ресурс [4].

Більше 70% надфонові дози опромінювання людства приходиться на рентгенодіагностичні дослідження [5].

2. Комп'ютерна томографія. В практиці рентгенології на сьогоднішній день використовують, в основному, три типи комп'ютерних томографів: звичайні шагові, спіральні або гвинтові, багатозрізові.

З 14 січня 1998 року в Україні діє Закон „Про захист людини від дії іонізуючого випромінювання”, згідно якому основна дозова межа індивідуального опромінювання населення не повинна перевищувати

1 міллізіверта (мЗв) ефективної дози опромінювання за рік. Так при деяких типових дослідженнях області таза з параметрами КТ: напруга — 120 кВ; сила струму — 250 мА; керма в повітрі — 13,5 mGy/100mAs; товщина зрізу — 5 мм; скануюча відстань — 15 см; переміщення столу/360° — 5 мм; дози на деякі органи складає (мЗв): кістковий мозок — 3,58; шкіра — 3,06; кістки — 4,37 [6].

Оскільки термін лікування перелому може досягати 6–9 місяців, то за цей період потрібно неодноразово аналізувати реальну картину в зоні регенерації. А так як КТ відноситься до методу з високим променевим навантаженням, то його багаторазове використання для лікування одного пацієнта неможливе.

До недоліків томографів слід віднести їх високу вартість і великі витрати на експлуатацію. За даними [4] в Україні на один КТ апарат приходить близько 692 тисячі населення. Вже сьогодні на комп'ютерну томографію доводиться 40% від колективної дози опромінювання, що одержується пацієнтами при процедурах, рентгенодіагностик, тоді як саме КТ-дослідження складає лише 4% від числа всіх рентгенологічних процедур [7].

3. Магнітно-резонансна томографія. Одним із провідних методів діагностики в останні роки стає магнітно-резонансна томографія (МРТ). Впровадження МРТ в клінічну практику сприяють такі її переваги як можливість візуалізації частин тіла людини. МРТ має великий вплив на розвиток променевої діагностики опорно-рухової системи. Саме цей метод забезпечує найкращу візуалізацію м'яких тканин і кісткового мозку в порівнянні з іншими методами візуалізації [8].

Необхідність створення магнітів з високим ступенем однорідності магнітного поля, використання великих потужностей для формування РЧ — і градієнтних полів, тривалий час збору даних, що досягає в деяких робочих режимах десятків хвилин і вимагає високої стабільності

параметрів МР-томографа в часі, представляють складні інженерні, конструктивні і експлуатаційні проблеми. Робота з МРТ висуває високі вимоги до класифікації лікаря радіолога.

Статичне магнітне поле представляє небезпеку для людей, що мають пристрої підтримки життя (наприклад, імплантовані електрокардіостимулятори). Це торкається не тільки обстежуваних пацієнтів, але і їх супроводжуючих, обслуговуючого персоналу, а також випадкових відвідувачів МР-кабінету [9].

На даний час у світі нараховується більше тридцяти тисяч МР-систем. Однак, більш ніж 80% з них встановлено в США і Японії [10]. За даними [4] в Україні на один МРТ апарат приходиться близько 7314 тисячі населення.

4. Ультразвукова діагностика. Ультразвуковий метод дослідження (ехоімпульсна інтроскопія, ехографія) займає дуже важливе місце в сучасній променевій діагностиці. Її основний недолік — низький просторовий дозвіл УЗ-зображень — істотно обмежує діагностичні можливості даного методу візуалізації [11].

Ще в 1966р. було зроблено повідомлення про клінічне застосування ультразвуку для визначення щільності кісток людини і для діагностики ступеня зрощення переломів. Проте, судячи з опублікованих даних, методи достовірної оцінки зрощення переломів за допомогою ультразвуку ще не знайдені.

Спроби використовувати ультразвук для точної діагностики механічних властивостей кісткового регенерату не дали очікуваних результатів [12].

Біологічні тканини за своєю структурою досить різноманітні утворення і мають різну електропровідність. Значення цих параметрів в значній мірі залежать від фізіологічного стану і, отже, можуть бути використані як діагностичні [13]. На протязі всього процесу відновлення кістки

електропровідність в області перелому змінюється від значення електропровідності крові ($\approx 0,5$ См/м) (стадія запалення) до електропровідності здорової кістки ($\approx 0,01$ См/м). Для контролю електропровідності в області перелому може бути використана електроімпедансна томографія або томографія прикладених потенціалів, яка полягає в тому, що через досліджуваний об'єкт, що має електричну провідність, за допомогою електродів, що знаходяться на його поверхні, пропускають слабкий змінний електричний струм. За допомогою інших або тих самих електродів вимірюються потенціали на поверхні, які виникають при протіканні струму через об'єкт. Маючи набір лінійно незалежних вимірювань, що одержуються при різних комбінаціях інжектуючих і вимірювальних електродів, можна реконструювати розподіл електричного імпедансу усередині об'єкту [14].

1. Не зважаючи на те що сучасна медицина володіє великим арсеналом діагностичних методів, існує необхідність в розробці принципово нових і вдосконаленні існуючих методів діагностики.

2. Оскільки ті методи, які сьогодні використовують в травматології не забезпечують ефективну, економічно доступну і безпечну діагностику протягом багатомісячного лікування переломів, а кількість постраждалих від різних видів ушкоджень кінцівок досить висока, існує необхідність в нових методах діагностики.

Перелік посилань

1. Слободской А.Б, Островский Н.В. Возможности компьютерного моделирования технологии остеосинтеза при переломах костей нижних конечностей // Военно-медицинский журнал. — 2003, № 1. — С. 60–66.

2. Корж Н.А., Дедух Н.В. Репаративная регенерация кости: современный взгляд на проблему. Стадии регенерации // Ортопедия, травматология и протезирование. — 2006, № 1. — С. 77–84.

3. Корж Н.А., Романенко К.К., Горидова Л.Д. Репаративная регенерация кости: современный взгляд на проблему. Нарушение регенерации кости // Ортопедия, травматология и протезирование. — 2006 № 1. — С. 84–90.
4. Медицинская радиология в Украине: проблемы и перспективы // Укр. мед часопис. — 2000 № 5. — С. 86–87.
5. Блинов Н.Н. Физические модели оценки лучевых нагрузок при современных рентгенодиагностических исследованиях // Медицинская физика. — 2004 № 3. — С. 20–25.
6. Рогожин В.А. Является ли компьютерная томография методом исследования с высокой лучевой нагрузкой? // Променева діагностика, променева терапія. — 2005 № 1. — С. 81–90.
7. Юдин А.Л. Компьютерная томография — метод медицинской визуализации. // медицинская радиология и радиационная безопасность. — 2004 Т. 49, № 3. — С. 63–69.
8. Шерман Л.А. Модель применения магнито-резонансной томографии при опухолевом поражении костно-суставной системы на примере гигантоклеточных опухолей. / Вестник рентгенологии и радиологии. — 2004 № 6. — С. 26–38.
9. Чикирдин Э.Г., Клейменов В.А. К вопросу безопасности эксплуатации магнитно-резонансных томографов. / Медицинская техника. — 1997 № 2. — С. 27–30.
10. Синицын В.Е., Терновой С.К. Магнитно-резонансная томография в новом столетии. / Радиология — практика. — 2005 № 4. — С. 23–29.
11. Амбераев В.М., Кальней С.Г., Рычагов М.Н., Фролова Г.В. Реставрация медицинских изображений на основе эффективной деконволюции данных сканирования. / Медицинская техника. — 2004 № 3. — С. 9–12.
12. Янсон Х.Я. Биомеханика нижних конечностей человека. — Рига: Зинатне, 1975. — 324 с.
13. Потапов В.А., Хасхачих Д.А. Физические основы применения электромагнитного (вихревого) метода для диагностики патологических изменений в биологических тканях // Медицинские технологии. — 2004, № 2. — С. 35–37.
14. Корженевский А. В., Корниенко В. Н., Культиасов М. Ю., Культиасов Ю. С., Черепенин В. А. Электроимпедансный компьютерный томограф для медицинских приложений // Приборы и техника эксперимента. — 1997 № 3. — С. 133–140.