

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТИНА КРОВИ КРОЛИКОВ ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИМПУЛЬСНЫМ УЛЬТРАЗВУКОМ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

УО «Белорусский государственный медицинский университет»

Изучали морфологические показатели периферической крови кроликов после воздействия импульсным низкочастотным ультразвуком частотой 22, 44 и 60 кГц на костную ткань нижней челюсти.

Ключевые слова: импульсный низкочастотный ультразвук, красная кровь, белая кровь, костная ткань.

S.V.Ivashenko, A.A.Ostapovich, E.V.Chegodaeva

MORFOLOGICAL BLOOD PICTURE OF RABBITS AFTER EXPOSURE TO PULSED ULTRASOUND OF LOW FREQUENCY

Were studied morphological indices of peripheral blood of rabbits after exposure of pulsed low-frequency ultrasound of 22, 44 and 60 kHz on bone tissue of lower jaw.

Key words: pulsed low frequency ultrasound, red blood, white blood, bone tissue.

Исправление зубочелюстных аномалий у взрослых затруднено из-за низкой пластичности костной ткани, высокого содержания минеральных компонентов. По этой причине сроки ортодонтического лечения при сформированном прикусе длительные и не всегда удаётся достигнуть ожидаемого эффекта, часто наблюдаются рецидивы [1,5]. Для сокращения активного периода лечения в постоянном прикусе применяют инвазивные и

Таблица 1. Морфологические показатели периферической крови кроликов после воздействия импульсным ультразвуком частотой 22 кГц на костную ткань челюсти

Показатель	Контроль	5 процедур	10 процедур	15 процедур
Количество животных	5	6	6	6
Эритроциты, $10^{12}/л$	5,8 (5,50;6,15)	5,6 (5,17;6,1)	5,1* (4,97;5,3)	5,0* (4,43;5,55)
Средний объём эритроцитов, $мкм^3$	71,7 (70,60;74,60)	68,6 (67,90;70,50)	68,1 (68,30;70,20)	69,7 (67,50;71,80)
Гемоглобин, г/л	123,7 (109,0;133,0)	118,0 (114,0;125,0)	108,4* (103,0;109,0)	109,0* (100,0;118,0)
Среднеклеточная концентрация гемоглобина, г/л	298,7 (290,0;305,0)	309,7 (296,0;320,0)	312,0 (312,0;316,0)	315,0 (314,0;316,0)
Гематокрит, %	41,4 (38,7;44,4)	38,2 (35,9;41,8)	34,8* (32,8;36,6)	34,7* (31,8;37,5)
Тромбоциты, $10^9/л$	280,3 (151,0;343,0)	307,8 (248,0;351,0)	298,2 (261,0;309,0)	329,5* (297,0;358,0)
Средний объём тромбоцитов, $мкм^3$	5,3 (5,0;5,4)	5,2 (5,1;5,3)	5,1 (4,9;5,3)	5,4 (5,4;5,4)
Большие тромбоциты, %	3,7 (1,9;5,3)	3,7 (3,2;4,0)	3,3 (2,4;4,0)	4,7* (3,8;4,9)
Лейкоциты, $10^9/л$	8,7 (8,3;9,1)	9,7 (7,5;12,1)	10,3 (9,6;10,7)	7,1 (5,9;8,3)

Примечание: * - статистически достоверные различия ($p < 0,05$) при сравнении с группой «контроль».

неинвазивные методы воздействия на костную ткань, такие как: остеотомия, компактоостеотомия, удаление зубов, лекарственный электрофорез, магнитотерапия, магнитофорез и др. Однако данные методы обладают рядом недостатков связанных с необходимостью проведения хирургического вмешательства, вероятностью постоперативных осложнений, непереносимости декальцинирующих веществ или физических факторов. С целью консервативного воздействия на костную ткань в последнее время значительное место занимает использование низкочастотного ультразвука. Нами установлено, что непрерывный низкочастотный ультразвук повышает эластичность соединительной ткани, способствует разволокнению коллагеновых волокон, повышает проницаемость клеточных мембран, не вызывает изменений в периферической крови [1,4,6,7,8]. Однако не достаточно изучено влияние на организм импульсного низкочастотного ультразвука. Поэтому целью нашего исследования явилась оценка состояния картины периферической крови у кроликов, подвергшихся воздействию импульсным низкочастотным ультразвуком.

Материал и методы

Эксперимент проведен на 23 кроликах породы шиншилла: 18 опытных и 5 контрольных. Были отобраны самцы одинакового веса и возраста. Опытных животных разделили на 3 группы. Проводили озвучивание костной ткани и слизистой альвеолярного отростка нижней челюсти в области центральных резцов импульсным ультразвуком в первой группе частотой 22 кГц, во второй – 44 кГц, в третьей – 60 кГц. Период воздействие/пауза составил 5/5 секунд, интенсивность озвучивания 0,4 Вт/см², длительность процедуры до 10 минут. Для проведения эксперимента использовали разработанный нами отечественный аппарат для низкочастотной ультразвуковой терапии “АНУЗТ-1-100” ТУЛЬПАН. Забор крови проводили из краевой вены уха после 5, 10 и 15 процедур низкочастот-

ной фонотерапии. Животные находились на стандартном рационе вивария. Морфологические показатели периферической крови определяли на автономном гематологическом анализаторе клеток СА620 “МЕДОНИК” фирмы “Кормэй-ДиАна”. Результаты исследования обработаны с помощью прикладных программ Statistica 6.0 и Microsoft Excel с вычислением медианы, верхнего и нижнего квартилей, критериев достоверности Манна-Уитни (U), вероятности достоверности сравниваемых величин (p). Различия рассматривались как достоверные при p<0,05 [2,3].

Результаты и обсуждение

Полученные данные экспериментальных исследований приведены в таблицах 1 – 3.

Результаты озвучивания импульсным ультразвуком частотой 22кГц.

Из данных, представленных в таблице 1 видно, что содержание эритроцитов после 5 процедур озвучивания статистически достоверно не отличается от контроля.

После 10 и 15 процедур уровень эритроцитов достоверно уменьшился в 1,14 и 1,16 раза по сравнению с контролем, и составил 5,1·10¹²/л и 5,0·10¹²/л соответственно. Количество эритроцитов в контрольной группе составило 5,8·10¹²/л.

Средний объем эритроцитов у животных контрольной группы составил 71,7 мкм³, а после озвучивания находился в пределах от 68,1 мкм³ до 69,7 мкм³, что статистически достоверно не отличается от контроля.

Концентрация гемоглобина в контрольной группе составила 123,7 г/л. После 5 процедур озвучивания достоверно уменьшилась до 118,0 г/л. После 10 и 15 процедур озвучивания концентрация гемоглобина статистически достоверно уменьшилась в 1,14 и 1,13 раза и составила 108,4 г/л и 109,0 г/л соответственно.

Из данных. Представленных в таблице 1 так же следует, что среднеклеточная концентрация гемоглобина не-

Таблица 2. Морфологические показатели периферической крови кроликов после воздействия импульсным ультразвуком частотой 44 кГц на костную ткань челюсти

Показатель	Контроль	5 процедур	10 процедур	15 процедур
Количество животных	5	6	6	6
Эритроциты, 10 ¹² /л	5,8 (5,50;6,15)	5,2 (5,0;5,3)	5,3 (5,3;5,3)	5,3 (5,3;5,4)
Средний объем эритроцитов, мкм ³	71,7 (70,60;74,60)	70,5 (67,4;73,4)	69,2 (66,9;71,5)	68,6 (66,1;71,0)
Гемоглобин, г/л	123,7 (109,0;133,0)	113,8 (110,0;118,0)	114,0 (110,0;118,0)	114,5 (113,0;116,0)
Среднеклеточная концентрация гемоглобина, г/л	298,7 (290,0;305,0)	314,8 (307,0;321,0)	315,6 (310,0;321,0)	315,0 (311,0;319,0)
Гематокрит, %	41,4 (38,7;44,4)	36,2 (34,2;37,1)	36,3 (34,6;37,2)	36,6 (35,6;37,5)
Тромбоциты, 10 ⁹ /л	280,3 (151,0;343,0)	252,3 (226,0;320,0)	240,4 (192,0;292,0)	235,5 (184,0;287,0)
Средний объем тромбоцитов, мкм ³	5,3 (5,0;5,4)	5,2 (5,0;5,4)	5,2 (5,0;5,4)	5,4 (5,2;5,6)
Большие тромбоциты, %	3,7 (1,9;5,3)	3,6 (2,5;4,8)	4,8* (3,3;5,5)	4,0 (3,4;4,5)
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	8,7 (8,3;9,1)	8,6 (7,4;9,2)	9,3 (8,8;9,8)	7,2 (6,3;8,0)

Примечание: *-статистически достоверные различия (p<0,05) при сравнении с группой «контроль».

❑ Оригинальные научные публикации

достоверно изменялась в пределах от 298,7 г/л в контрольной группе до 315,0 г/л после проведения всех физиопроцедур.

Аналогично концентрации гемоглобина статистически достоверно изменяется содержание гематокрита. Так, у кроликов подвергшихся 5 процедурам озвучивания показатель гематокрита составил 41,4%. После 10 и 15 процедур озвучивания содержание гематокрита снизилось в 1,19 раза по сравнению с контролем и составило 34,8% и 34,7% соответственно.

Уровень тромбоцитов у кроликов, подвергшихся воздействию 5 и 10 процедурам озвучивания, находился в пределах от $298,2 \cdot 10^9$ /л до $307,8 \cdot 10^9$ /л, что статистически достоверно не отличается от контроля- $280,3 \cdot 10^9$ /л. У кроликов же после 15 процедур озвучивания этот показатель составил $329,5 \cdot 10^9$ /л что достоверно выше контрольного значения в 1,18 раза.

Аналогичная картина наблюдается и с параметром большие тромбоциты. Так, после 5 и 10 процедур озвучивания данный параметр составил 3,7% и 3,3% соответственно, что статистически достоверно не отличается от контроля-3,7%. После 15 процедур озвучивания содержание больших тромбоцитов увеличилось в 1,27 раза по сравнению с контролем и составило 4,7%.

Средний объем тромбоцитов у животных контрольной группы составил $5,3 \text{ мкм}^3$, а у опытной группы данный показатель находился в пределах от $5,1 \text{ мкм}^3$ до $5,4 \text{ мкм}^3$, что также не имеет статистически достоверных отличий.

Не выявлено статистически значимых отличий и в показателе белой крови. Содержание лейкоцитов изменялось в пределах от $8,7 \cdot 10^9$ /л в контрольной группе до $10,3 \cdot 10^9$ /л после 10 процедур озвучивания.

Результаты озвучивания импульсным ультразвуком частотой 44 кГц.

Как видно из данных, представленных в таблице 2, содержание эритроцитов у кроликов всех опытных групп

находилось в пределах $5,2-5,3 \cdot 10^{12}$ /л, что достоверно не отличается от содержания эритроцитов в контрольной группе- $5,8 \cdot 10^{12}$ /л.

Средний объем эритроцитов у животных контрольной группы составил $71,7 \text{ мкм}^3$, а у животных опытных групп находился в пределах от $68,6 \text{ мкм}^3$ до $70,5 \text{ мкм}^3$.

Статистически значимых отличий не имеет также параметр концентрация гемоглобина: у контрольной группы он составил 123,7 г/л, а в опытных группах находился в пределах от 113,8 г/л до 114,5 г/л.

Аналогичная картина наблюдается с параметром среднеклеточная концентрация гемоглобина. Так, у кроликов опытных групп он находился в пределах от 314,8 г/л до 315,6 г/л и достоверно не отличался от контроля-298,7 г/л.

Так же не выявлено статистически значимых различий в содержании гематокрита. У кроликов контрольной группы параметр составил 41,4%, а у животных опытных групп находился в пределах от 36,2% до 36,6%.

Достоверных различий между количеством тромбоцитов в контрольной и опытных группах также не выявлено. У животных контрольной группы среднее количество тромбоцитов составило $280,3 \cdot 10^9$ /л, а у опытных животных находилось в пределах от $235,5 \cdot 10^9$ /л до $252,3 \cdot 10^9$ /л.

Средний объем тромбоцитов по мере проведения физиопроцедур изменялся от $5,3 \text{ мкм}^3$ в контрольной группе до $5,4 \text{ мкм}^3$ в опытной группе после 15 процедур озвучивания. Статистически значимых различий выявлено не было.

Из данных представленных в таблице 2 также следует, что большие тромбоциты у кроликов контрольной группы составили 3,7%. После 5 процедур озвучивания данный параметр составил 3,6%. После проведения 10 физиопроцедур количество больших тромбоцитов увеличилось в 1,3 раза и составило 4,8%. После 15 процедур озвучивания статистически значимых отличий не выявлено.

Таблица 3. Морфологические показатели периферической крови кроликов после воздействия импульсным ультразвуком частотой 60 кГц на костную ткань челюсти

Показатель	Контроль	5 процедур	10 роцедур	15 процедур
Количество животных	5	6	6	6
Эритроциты, 10^{12} /л	5,8 (5,50;6,15)	5,1 (4,9;5,5)	4,7* (4,2;5,1)	4,3* (4,0;4,6)
Средний объем эритроцитов, мкм^3	71,7 (70,60;74,60)	67,4 (64,8;69,3)	67,0 (64,3;68,9)	70,1 (69,8;70,6)
Гемоглобин, г/л	123,7 (109,0;133,0)	109,2 (108,0;113,0)	99,2* (95,0;105,0)	94,0* (86,5;101,5)
Среднеклеточная концентрация гемоглобина, г/л	298,7 (290,0;305,0)	319,2* (318,0;321,0)	320,4* (318,0;322,0)	313,8 (311,5;316,0)
Гематокрит, %	41,4 (38,7;44,4)	34,3 (33,1;36,5)	31,1* (29,0;32,8)	30,0* (27,7;32,4)
Тромбоциты, 10^9 /л	280,3 (151,0;343,0)	239,3 (107,0;316,0)	242,2 (225,0;323,0)	240,0 (310,5;369,5)
Средний объем тромбоцитов, мкм^3	5,3 (5,0;5,4)	5,1 (5,0;5,2)	5,2 (5,1;5,2)	5,1 (5,0;5,2)
Большие тромбоциты, %	3,7 (1,9;5,3)	3,6 (2,8;4,3)	4,5 (4,0;5,5)	3,7 (3,3;4,1)
Лейкоциты, 10^9 /л	8,7 (8,3;9,1)	8,3 (8,0;9,1)	9,4 (7,0;10,5)	8,0 (7,0;9,0)

Примечание: *-статистически достоверные различия ($p < 0,05$) при сравнении с группой «контроль».

Аналогичная картина наблюдается и с показателем белой крови – количеством лейкоцитов. Так, у контрольной группы этот показатель составил $8,7 \cdot 10^9/\text{л}$, а у опытных групп животных колебался в пределах от $7,2 \cdot 10^9/\text{л}$ до $9,3 \cdot 10^9/\text{л}$.

Результаты озвучивания импульсным ультразвуком частотой 60 кГц.

Из данных представленных в таблице 3 видно, что количество эритроцитов после 5 процедур озвучивания статистически достоверно не отличается от контроля. После 10 и 15 процедур озвучивания уровень эритроцитов уменьшился в 1,23 и 1,35 раза по сравнению с контролем и составил $4,7 \cdot 10^{12}/\text{л}$ и $4,3 \cdot 10^{12}/\text{л}$ соответственно. Количество эритроцитов в контрольной группе составило $5,8 \cdot 10^{12}/\text{л}$.

Средний объем эритроцитов у животных контрольной группы составил $71,7 \text{ мкм}^3$, а после озвучивания находился в пределах от $68,6 \text{ мкм}^3$ до $70,5 \text{ мкм}^3$, что статистически достоверно не отличается от контроля.

Концентрация гемоглобина в контрольной группе составила $123,7 \text{ г/л}$. После 5 процедур озвучивания достоверно уменьшилась до $109,2 \text{ г/л}$. После 10 и 15 процедур озвучивания концентрация гемоглобина статистически достоверно уменьшилась в 1,25 и 1,32 раза и составила $99,2 \text{ г/л}$ и $94,0 \text{ г/л}$ соответственно. При этом, среднеклеточная концентрация гемоглобина после 5 и 10 процедур озвучивания статистически достоверно увеличилась в 1,03 раза по сравнению с контролем и составила $319,2 \text{ г/л}$ и $320,4 \text{ г/л}$ соответственно. Данный параметр в контрольной группе составил $298,7 \text{ г/л}$. После 15 физиопроцедур среднеклеточная концентрация гемоглобина составила $313,8 \text{ г/л}$ и статистически достоверно не отличалась от контроля.

В показателе гематокрит также выявлены статистически достоверные изменения. Так, в контрольной группе показатель находился на уровне 41,4%, а после 10 и 15 процедур озвучивания составил 31,1% и 30,0% соответственно, что в 1,33 и 1,38 раза меньше контрольного значения.

Уровень тромбоцитов у опытных кроликов находился в пределах от $239,3 \cdot 10^9/\text{л}$ до $242,2 \cdot 10^9/\text{л}$, что статистически достоверно не отличается от контроля – $280,3 \cdot 10^9/\text{л}$.

Аналогичная картина наблюдается и с параметром

большие тромбоциты. Так, в контрольной группе этот показатель составил 3,7%, а в опытной группе данный параметр находился в пределах от 3,6% до 4,5%, что также статистически достоверно не отличается от контроля.

Не выявлено статистически достоверных отличий и в показателе белой крови. Содержание лейкоцитов в контрольной группе составило $8,7 \cdot 10^9/\text{л}$, а у животных опытных групп изменялось в пределах от $8,0 \cdot 10^9/\text{л}$ до $9,4 \cdot 10^9/\text{л}$.

Выводы

1. Состояние периферической крови после воздействия импульсным ультразвуком низкой частоты зависит от количества процедур и частоты озвучивания. При увеличении частоты озвучивания до 60 кГц и количества процедур до 15 появляются незначительные статистически достоверные отличия от контроля со стороны красной крови.

2. Морфологические показатели белой крови во всех опытах не имеют статистически достоверных отличий от контроля.

Литература

1. Величко, Л. С. Особенности ортодонтического лечения аномалий и деформаций зубочелюстной системы у взрослых / Л. С. Величко, С. В. Ивашенко, Л. В. Белодед // Современная стоматология. – 2001. – № 4. – С. 36 – 38.
2. Жижин, К. С. Медицинская статистика: учеб. пособие / К. С. Жижин. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 160с.
3. Западнюк, И. П. Лабораторные животные. Разведение, содержание, использование в эксперименте: учеб. пособие / И. П. Западнюк, В. И. Западнюк, Е. А. Захария. – Киев: Вища школа, 1974. – 304с.
4. Ивашенко, С. В. Анализ клеточного состава крови после воздействия низкочастотным ультразвуком в эксперименте / С. В. Ивашенко, А. Г. Чабан // Медицинский журнал. – № 2. – 2008. – С. 35 – 37.
5. Улащик, В. С. Низкочастотный ультразвук: действие на организм, лечебное применение и перспективы развития / В. С. Улащик // Вопросы курортологии, физиотерапии и леч. физкультуры. – 2000. – № 6. – С. 3 – 8.
6. Наумович, С. А. Особенности ортодонтического лечения зубочелюстных аномалий при сформированном прикусе / С. А. Наумович // Здравоохранение Беларуси. – 1994. – № 6. – С. 12 – 15.
7. Diagnostic ultrasound treatment increases the bone fracture-healing rate in an internally fixed rat femoral osteotomy model / N. Heybeli [et al.] // Ultrasound Med. – 2002. – Vol. 21, № 12. – P. 1357 – 1363.
8. Low-intensity pulsed ultrasound accelerates bone maturation in distraction osteogenesis in rabbits / A. Shimazaki [et al.] // J. Bone Joint. Surg. Br. – 2000. – Vol. 82, № 7. – P. 1077 – 1082.