

УДК 612.311:612.014.4

ЦИРКАДИАННАЯ ДИНАМИКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЖЕВАТЕЛЬНОГО ЗВЕНА ЗУБОЧЕЛЮСТНОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА В СВЯЗИ С ЕГО ХРОНОТИПОМ

*В.И. Шемонаев¹, А.В. Машиков¹, Д.А. Залевский¹, В.В. Новочадов²*¹ Волгоградский государственный медицинский университет (400131, г. Волгоград, пл. Павших борцов, 1),² Волгоградский государственный университет (400062, г. Волгоград, Университетский пр-т, 100)**Ключевые слова:** зубочелюстная система, гнатодинамометрия, электромиография, хронобиология.

На основании сопоставления результатов электромиографии, гнатодинамометрии и определения жевательной эффективности у 100 практически здоровых лиц 21–35 лет, разделенных на три группы по тесту Остберга, были показаны особенности циркадианной организации жевательного звена зубочелюстной системы в связи с выявленным хронотипом. Анализ динамики абсолютных значений и связей между отдельными параметрами показал, что функциональный максимум компонентов жевательного звена зубочелюстной системы у лиц с крайним утренним (около 12:00) и средним (между 12:00 и 16:00) типами близки между собой, тогда как аналогичный период у лиц с ярко выраженным вечерним типом приходится на 20:00. Данные различия предложено учитывать при планировании временных интервалов в течение рабочего дня стоматолога-ортопеда для проведения лечебно-диагностических манипуляций с целью защиты организма пациента.

Хронобиологический подход в клинических дисциплинах исходит из положения о том, что большинство функций в организме представляют собой волнообразные процессы, то есть имеют четко выраженную ритмическую организацию во времени [6]. Учет и использование этих естественных ритмов может улучшить качество диагностики патологических синдромов и болезней (в том числе на начальных этапах и при скудной симптоматике), повысить эффективность лечебных мероприятий и их безопасность за счет снижения силы и/или длительности лечебных воздействий [11, 13].

Хорошо изучены, сопоставлены с другими интегративными механизмами и активно используются в хрономедицине циркадианные ритмы функций системы кровообращения, вегетативной и гормональной регуляции, ряда нервных и психических процессов [6, 10].

Зубочелюстная система, сформированная для выполнения целого ряда специфических функций (начального этапа пищеварения, голосообразования и речи, различных видов чувствительности и др.), неотделима от всех системных процессов жизнедеятельности, в связи с чем также подчинена общей ритмической организации организма. Циркадианная ритмичность доказана для процессов формирования ротовой жидкости и некоторых компонентов зубочелюстной системы, в том числе и в ряде наших ранее опубликованных работ [4, 7]. В то же время анализ доступной литературы показал, что в стоматологической практике

вопросы биоритмологии изучены явно недостаточно, имеется определенный разрыв между физиологическими находками и рекомендациями, построенными на эмпирических данных [8, 14].

Проведено исследование особенностей циркадианной организации функциональных показателей жевательного звена зубочелюстной системы у практически здоровых лиц с ярко выраженными хронотипами. Одной из задач работы было определение временных интервалов, оптимальных для адекватного адаптивного ответа компонентов жевательного звена зубочелюстной системы на лечебно-диагностические манипуляции на этапах ортопедического лечения.

Материал и методы. Был выбран дизайн проспективного одиночного нерандомизированного исследования. Из общего числа лиц, подписавших информированное согласие (590 человек), была сформирована группа обследуемых в количестве 100 человек (43 мужчины и 57 женщин). Для включения в нее использовали два критерия: принадлежность к первой возрастной группе зрелого возраста (от 21 до 35 лет) и наличие полных зубных рядов в ортогнатическом прикусе.

Чтобы отнести того или иного пациента к определенному хронотипу, использовали тест Остберга [3]. По результатам тестирования выделяли ярко выраженный утренний тип, слабовыраженный утренний тип, аритмичный тип, слабовыраженный вечерний тип, ярко выраженный вечерний тип. В рамках данного исследования было целесообразно выделить только ярко выраженные утренний и вечерний типы, а три остальных объединить в подгруппу, условно названную «средним» хронотипом.

Силу жевательного давления оценивали с помощью гнатодинамометрии (ГДМ). Использовали аппарат «Визир Э-1000» (ЦНИИ «Электроприбор», Санкт-Петербург), силу давления измеряли между молярами.

Поверхностную интерференционную электромиографию (ЭМГ) жевательных мышц проводили на компьютерно-аппаратном комплексе «НМА-4-01 Нейромиан» (НКПФ «Медиком МТД», Таганрог). Суммарную биоэлектрическую активность мышц регистрировали десятикратно циклично в режиме максимально сильного сжатия (в течение 5 с) и расслабления (в течение 5 с) зубов. После частотно-амплитудной фильтрации для анализа сохраняли диапазон частот от 3 до 2000 Гц, амплитуды импульсов – от 50 мкВ. В качестве количественных показателей ЭМГ использовали максимальную амплитуду сигнала (мВ) и среднее усилие

сокращения (мкВ·с), рассчитанное как площадь под огибающей ЭМГ [1, 8].

Жевательную эффективность оценивали по методике И.С. Рубинова [5]. Обследуемым предлагалось разжевать строго 800 мг ядра лесного ореха за 15 с. Полуценная порция сплевывалась в лоток, туда же добавляли кусочки после полоскания полости рта и обнаруженные в ней после контрольного осмотра стоматолога. Высушенный материал взвешивали и фракционировали с помощью сита с диаметром отверстий 2,4 мм. За показатель эффективности жевания принимали процент массы ореха, прошедшего через сито.

Все исследования проводили с 8:00 до 20:00, каждые 4 часа в течение трех последовательных суток, в итоговый протокол заносили усредненные значения для каждого обследуемого.

Статистический анализ проводили с помощью программного пакета Statistica 6.0. Вычисляли среднюю арифметическую величину и стандартную ошибку средней арифметической. После проверки нормальности распределения выборок достоверность различий оценивали по критерию Стьюдента. Проводился корреляционный анализ по Спирмену [2].

Результаты исследования. Из 100 обследованных количество лиц с ярко выраженным утренним хронотипом (количество баллов по тесту Остберга 45 и менее) составило 11 человек, количество лиц с ярко выраженным вечерним хронотипом (71 балл и более) – 13. Остальные пациенты были отнесены к «среднему» хронотипу. Отличий в частоте распределения по подгруппам мужчин и женщин выявлено не было.

При анализе кривой ЭМГ во всех случаях регистрировалась симметричная активность мышц, четкая смена фаз биоэлектрической активности и периодов покоя, отсутствие биопотенциалов во время расслабления жевательной мускулатуры.

В утренние часы амплитуда ЭМГ составляла чуть более 1 мВ и различалась на функционально доминирующей и недоминирующей сторонах, а также между группами не более чем на 10 %. Во всех группах наблюдалась тенденция к возрастанию амплитуды ЭМГ к 12–16 часам, но из-за высокой вариабельности данного показателя достоверных различий по срокам наблюдения и при сопоставлении данных между группами зафиксировать не удалось. Обращало на себя внимание некоторое запаздывание в нарастании амплитуды ЭМГ у лиц с ярко выраженным вечерним типом (табл. 1).

Величина среднего усилия сокращения жевательных мышц у лиц с ярко выраженным утренним хронотипом была выше значения аналогичного показателя в группе с вечерним хронотипом в 1,34 раза. В дальнейшем (к 12:00) значение среднего усилия в первой группе достигало максимума и сохранялось на этом уровне до 16:00, так что последующая динамика показателя не отличалась от таковой в группе со «средним» хронотипом. Для среднего усилия сокращения (как на доминирующей, так и на недоминирующей стороне) у лиц с вечерним хронотипом было выявлено «запаздывание»

Таблица 1
Хронофизиологическая динамика ЭМГ жевательных мышц у лиц с различным хронотипом ($M \pm m$)

Время	Хронотип		
	утренний	«средний»	вечерний
Амплитуда на функционально доминирующей стороне, мВ			
8:00	1,10±0,15	1,09±0,09	1,05±0,10
12:00	1,57±0,23	1,35±0,12	1,17±0,13
16:00	1,48±0,19	1,47±0,15	1,50±0,19
20:00	1,18±0,13	1,14±0,11	1,55±0,22
Амплитуда на недоминирующей стороне, мВ			
8:00	1,00±0,08	1,03±0,09	1,02±0,15
12:00	1,46±0,19	1,29±0,13	1,30±0,16
16:00	1,36±0,17	1,41±0,14	1,35±0,16
20:00	1,16±0,14	1,06±0,10	1,39±0,18
Усилие сокращения на доминирующей стороне, мкВ·с			
8:00	107,6±11,8	99,4±3,5	72,7±3,22
12:00	192,0±17,8 ¹	145,8±6,8	127,5±12,0 ²
16:00	274,1±25,4	287,3±11,5	149,5±15,4 ²
20:00	130,2±11,3	127,2±5,9	199,3±20,6 ²
Усилие сокращения на недоминирующей стороне, мкВ·с			
8:00	74,3±6,0	65,6±2,8	55,3±6,1 ²
12:00	165,8±12,6 ¹	105,0±4,9	88,3±9,3 ²
16:00	167,2±15,4	178,2±8,1	147,5±14,9
20:00	133,3±12,7	110,7±5,0	161,0±15,9

¹ Разница с показателем для «среднего» хронотипа статистически значима.

² Разница с показателем для утреннего хронотипа статистически значима.

нарастания значений с максимумом в 20:00 (различия между крайними хронотипами достоверны на всех сроках наблюдений).

При изучении суточной динамики параметров ГДМ и жевательной эффективности также были выявлены различия, связанные с хронотипом (табл. 2). Сила жевательного давления в первую половину дня у лиц с утренним хронотипом (на обеих сторонах) несколько превышала значения аналогичного показателя в двух других группах, к 12:00 эти различия становились достоверными. В последующем выявлялась та же закономерность, что и для среднего усилия сокращения: величины показателя в группах с утренним и «средним» хронотипами практически не различались между собой, а значения среди лиц с вечерним хронотипом продолжали нарастать и достигали максимума к 20:00.

Еще более отчетливо данные особенности регистрировались при оценке динамики эффективности жевания. Для этого показателя в группе с утренним хронотипом выявлен нечеткий максимум в 12:00 и дальнейшая общая динамика с группой «среднего» хронотипа. В группе с вечерним хронотипом на всех сроках прослеживалось запаздывание циклической динамики с достижением максимума к 20:00.

При корреляционном анализе были получены группы взаимосвязей между отдельными функциональными

Таблица 2

Хронофизиологическая динамика ГДМ и жевательной эффективности у лиц с различным хронотипом ($M \pm m$)

Время	Хронотип		
	утренний	«средний»	вечерний
Сила жевательного давления на доминирующей стороне, Н			
8:00	238,4±13,8	214,4±2,9	209,8±10,9
12:00	270,9±15,1 ¹	235,5±3,2	232,5±9,8 ²
16:00	251,3±14,7	245,9±9,5	240,1±10,5
20:00	229,6±11,5	217,1±4,7	257,6±12,7 ¹
Сила жевательного давления на недоминирующей стороне, Н			
8:00	192,0±10,4	179,6±3,3	180,8±13,0
12:00	237,4±12,5 ¹	196,4±6,9	212,5±7,5
16:00	211,5±15,4	207,2±3,3	215,4±8,7
20:00	180,3±9,5	185,2±5,4	219,0±9,8 ^{1, 2}
Жевательная эффективность, %			
8:00	77,6±3,1	80,4±1,1	70,8±2,9 ²
12:00	92,5±3,6	88,1±1,0	76,5±3,1 ^{1, 2}
16:00	89,5±3,5	93,1±1,2	81,4±3,0 ²
20:00	85,1±3,3	86,4±1,3	90,1±2,4

¹ Разница с показателем для «среднего» хронотипа статистически значима.

² Разница с показателем для утреннего хронотипа статистически значима.

показателями жевательного звена зубочелюстной системы (рис.). Все парные корреляции были положительными. Структура корреляционных связей приобрела наибольшую сложность, а их абсолютные величины – наибольшие значения в группе с утренним хронотипом к 12:00 и сохраняли подобную интенсивность к 16:00, в группе со «средним» хронотипом – к 16:00, в группе с ярко выраженным вечерним хронотипом – только к 20:00. Наиболее сильные связи были выявлены на всех сроках исследования между величиной среднего усилия на ЭМГ и жевательной эффективностью.

Обсуждение полученных данных. Анализируя результаты, мы исходили, прежде всего, из того, что показатели ЭМГ и ГДМ отражают реально существующую связь между электрофизиологическими характеристиками, силой мышечного сокращения и его функциональной эффективностью. Подобные положения являются основой для использования ЭМГ и ГДМ для диагностики и мониторинга эффективности лечения в стоматологической клинике [8, 12].

Также принимали во внимание, что ГДМ характеризует не всю мышечную силу, а ограничивается пределами выносливости пародонта, так как при появлении боли в области пародонта работа мышц рефлекторно прекращается [5]. Последующий корреляционный анализ подтвердил, что мы имеем дело с комплексом взаимосвязанных параметров, с различных сторон характеризующих функцию жевания.

Амплитуда и величина среднего мышечного усилия на ЭМГ, сила жевательного давления при ГДМ и жевательная эффективность синхронно возрастали в

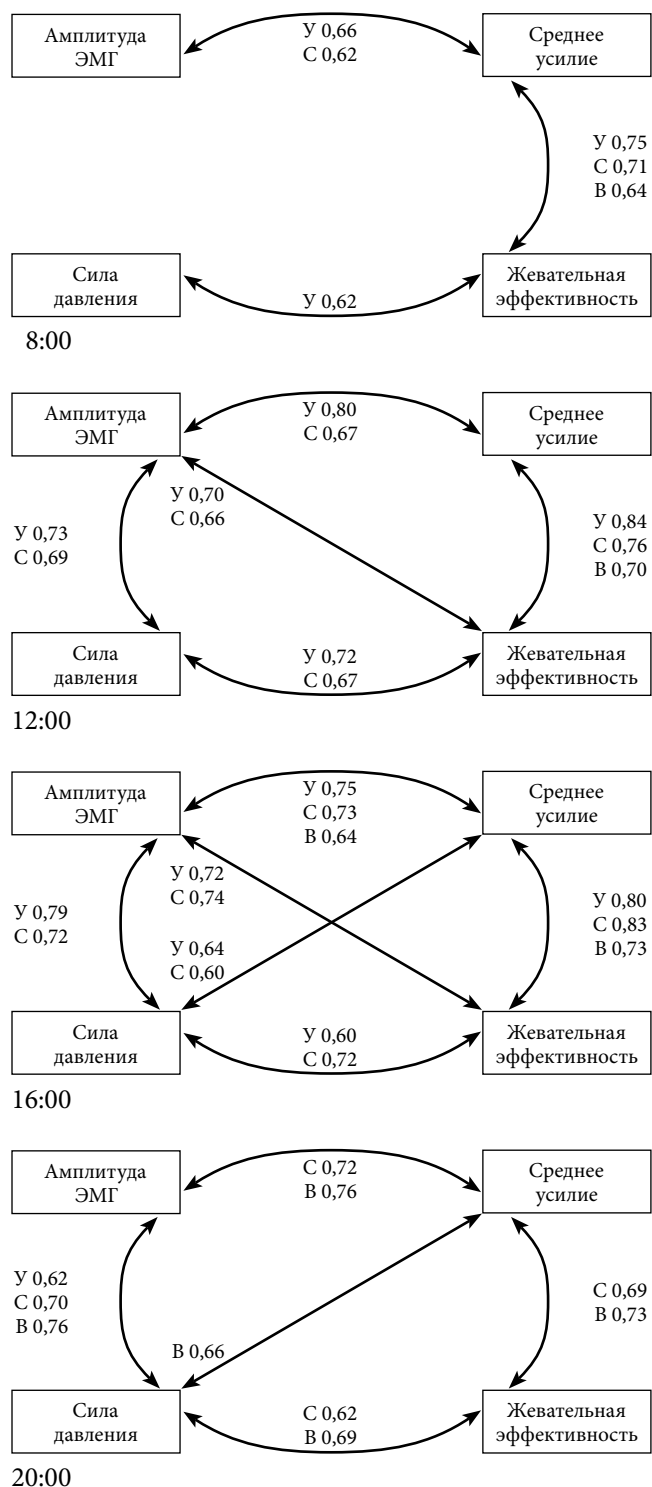


Рис. Структура и корреляция между отдельными функциональными показателями жевательного звена: У – утренний тип, С – «средний» тип, В – вечерний тип (показаны корреляции, большие или равные 0,6).

наиболее многочисленной группе со «средним» хронотипом, так что их ожидаемые акрофазы приходились на период между 12:00 и 16:00, а к 20:00 величины показателей приближались к значениям в утренние часы. Это еще в большей степени убеждает нас в наличии адаптивных и согласованных между собой суточных ритмов для отдельных компонентов жевательного

звена зубочелюстной системы [14]. В группе с ярко выраженным утренним типом можно было заметить некоторое опережение этого циклического процесса с ожидаемыми акрофазами по всем показателям вблизи 12:00. Дальнейшая динамика показателей практически не отличалась от таковой в группе со «средним» хронотипом. У пациентов с ярко выраженным вечерним типом максимальные значения показателей достигались только к 20:00, эта группа существенно отличалась от остальных на всех сроках исследования.

Как известно, для обеспечения адекватных пережевывающих движений между жевательными мышцами функционально доминирующей и недоминирующей сторон необходимо поддержание асимметричного динамического равновесия [9]. Корреляционный анализ как раз продемонстрировал, что функциональный максимум, который регистрируется по установлению максимального количества сильных корреляционных связей между отдельными независимыми параметрами, эту систему характеризующими, устанавливается к 12:00 в группе с утренним хронотипом, к 16:00 – в группе со «средним» хронотипом и только к 20:00 – в группе с вечерним хронотипом. Именно на эти интервалы необходимо ориентироваться врачу стоматологу-ортопеду при планировании и выполнении тех или иных лечебно-диагностических манипуляций. Так, во время максимума физиологического функционирования компонентов жевательного звена зубочелюстной системы, когда выносливость периодонта и сократительная способность жевательных мышц достигает пика своей циркадианной функциональной активности, зубные протезы будут подвергаться максимальным нагрузкам и будет возникать максимально возможный окклюзионный контакт, а силовые воздействия на периодонт получают адекватный ответ. К манипуляциям, которые следует проводить в это время, на наш взгляд, стоит отнести:

диагностические – окклюдзография, периотестметрия, гнатодинамометрия;

лечебные – припасовка каркасов несъемных зубных протезов, припасовка металлокерамических несъемных зубных протезов, фиксация несъемных зубных протезов.

Заключение

При наличии в целом сходной циркадианной организации жевательного звена зубочелюстной системы период функционального максимума приходится на дневное время суток (акрофаза по изучаемым показателям – между 12:00 и 16:00), лица с крайними хронотипами имеют отклонения от этих сроков. Для ярко выраженного утреннего типа характерно смещение времени наступления наиболее активного периода функционирования к 12:00 с последующим сближением с динамикой «среднего» типа. Для ярко выраженного вечернего типа характерно позднее наступление функционального максимума (ближе к 20:00), что необходимо учитывать при планировании стоматологических вмешательств.

Литература

1. Команцев В.Н. Методические основы клинической электромиографии. СПб., 2006. 350 с.
2. Новиков Д.А., Новочадов В.В. Статистические методы в экспериментальной биологии и медицине. Волгоград, 2005. 84 с.
3. Постнова М.В., Мулик Ю.А. Методические рекомендации по определению циркадианного статуса организма человека. Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2006. 16 с.
4. Постнова М.В., Мулик Ю.А., Новочадов В.В. и др. Ротовая жидкость как объект оценки функционального состояния организма человека // Вестник Волгоградского гос. ун-та. Сер. 3. Экономика, экология. 2011. Вып. 1. С. 246–253.
5. Токарев И.В., Наумович Ю.Я. Современные методики оценки функции жевания // Современная стоматология. 2009. № 3/4. С. 14–19.
6. Хильдебрандт Г., Мозер М., Лехофер М. Хронобиология и хрономедицина / пер. с нем. М.: Арбения, 2006. 144 с.
7. Шемонаев В.И., Ефремова И.Н. Хронофизиологические особенности болевой чувствительности у стоматологических пациентов // Вестник Волгоградского гос. мед. ун-та. 2006. № 4. С. 34–37.
8. Frisardi G., Chessa G., Sau G., Frisard F. Trigeminal electrophysiology: a 2x2 matrix model for differential diagnosis between TMJ disorders and orofacial pain // BMC Musculoskelet. Disord. 2010. Vol. 11, No. 141. PMC2909162.
9. Herring S.W. Masticatory muscles and the skull: a comparative perspective // Arch. Oral Biol. 2007. Vol. 52, No. 4. P. 296–299.
10. Huang W., Ramsey K.M., Marcheva B., Bass J. Circadian rhythms, sleep, and metabolism // J. Clin. Invest. 2011. Vol. 121, No. 6. P. 2133–2141.
11. Litinski M., Scheer F.A., Shea S.A. Influence of the Circadian System on Disease Severity // Sleep Med. Clin. 2009. Vol. 4, No. 2. P. 143–163.
12. Nickel J., Spilker R., Iwasaki L., et al. Static and dynamic mechanics of the TMJ: plowing forces, joint load, and tissue stress // Orthod. Craniofac. Res. – 2009. Vol. 12, No. 3. P. 159–167.
13. Ohdo S., Koyanagi S., Matsunaga N. Chronopharmacological strategies: Intra- and inter-individual variability of molecular clock // Adv. Drug Deliv. Rev. 2010. Vol. 31, No. 9–10. P. 885–897.
14. Stein W. Modulation of stomatogastric rhythms // J. Comp. Physiol. A. Neuroethol. Sens. Neural Behav. Physiol. 2009. Vol. 195, No. 11. P. 989–1009.

Поступила в редакцию 28.03.2012.

CIRCADIAN DYNAMICS OF THE FUNCTIONAL PARAMETERS OF HUMAN CHEWING IN CONNECTION TO INDIVIDUAL CHRONOTYPE

V.I. Shemonaev¹, A.M. Mashkov¹, D.A. Zalevskiy¹, V.V. Novochadov²

¹ Volgograd State Medical University (1 Pavshih Bortsov Sq. Volgograd 400131 Russian Federation), ² Volgograd State University (100 Universitetsky Av. Volgograd 400062 Russian Federation)

Summary – To show the peculiarities of the circadian organization of chewing system in connection to the identified circadian type, one hundred practically healthy persons 21–35 years were subdivided into three groups using test by Ostberg; the results of their electromyography, gnatodynamometry, and the chewing efficiency estimation have been compared. Based on the dynamics of the absolute values and the formation of relations between the studied parameters it was shown for the optimum functioning of chewing to be about 12:00 at persons with morning type, to be between 12:00 and 16:00 at «middle» type, and closely to each other. Whereas the similar time for the persons with evening type was revealed closer to 20:00. These differences were recommended like necessary to take into account in planning the time of orthopaedic dental manipulations.

Keywords: chewing function, gnatodynamometry, electromyography, chronobiology.