

Министерство здравоохранения УССР
Полтавский медицинский стоматологический институт
Кафедра нормальной физиологии

Методические указания
к изучению лекционного курса по физиологии полости рта
/для студентов стоматологического факультета/

Методические указания составлены
профессором Мищенко В.П.

Полтава-1983 г.

При изучении физиологии студентам стоматологического факультета особенно хорошо необходимо ознакомиться с физиологическими особенностями ротовой полости. Существующий в современных учебниках и учебных пособиях материал рассчитан на студентов всех специальностей. Поэтому возникает необходимость в более детальном описании функциональных характеристик полости рта. В данном методическом указании сделана попытка систематизировать имеющиеся в литературе данные о физиологических процессах, протекающих в полости рта применительно к будущей специальности студентов стоматологического факультета. Знание этих функциональных или даже структурно-функциональных особенностей ротовой полости даёт возможность врачу-стоматологу понять физиологические основы местной/проводниковой/ анестезии, разработать методы остановки кровотечений, рациональные методы асептики и антисептики, приёмы коррекции зубо-челюстной системы и артикуляционного аппарата, дать функциональное обоснование протезирования и стоматологического материаловедения.

ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ РОТОВОЙ ПОЛОСТИ

Специфические

1. Захват и апробирование пищи.
2. Механическая обработка пищи /жевание/.
3. Подготовка к химической обработке пищи/в основном полисахаридов/
4. Определение вкусовых качеств пищи.
5. Увлажнение пищевого комка.
6. Глотание.
7. Выведение некоторых лекарственных веществ, солей тяжёлых металлов и др.

Неспецифические

1. Защитная: выработка антител, участие в свёртывании крови и фибринолизе.
2. Инкреторная/выработка гормонов пищеварения, влияющих на тонус сосудов и эритропоэза/.
3. Терморегуляторная.
4. Экскреторная/удаление самых тяжёлых металлов, лекарственных веществ./
5. Гомеостатическая/удаление щелочей и кислот и т.п./.
6. Аfferентная/химическая, термическая, болевая, механическая чувствительность - формирование поведенческих реакций - мотиваций голода и жажды/.
7. Артериализация крови

7. Артериализация крови

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СПЕЦИФИКА РОТОВОЙ ПОЛОСТИ

Осуществление специфических и неспецифических функций ротовой полости обеспечивается её структурными элементами.

Структурные элементы

<u>Слюнные железы</u>	<u>Ресепторный аппарат слизистой рта</u>	<u>Мышечный аппарат</u>	<u>Язык</u>
1. Секреторная. 2. Инкреторная. 3. Экскреторная. 4. Терморегуляторная. 5. Защитная. 6. Гомеостатическая. 7. Метаболическая. 8. Регуляторная.	1. Оценка качества пищи. 2. Участие в захвате и обработке пищи. 3. Формирование поведенческих реакций/голод, жажда/.	1. Механическая обработка пищи. 2. Формирование пищевого комка. 3. Глотание. 4. Участие в артикуляции и речи.	1. Вкусовая характеристика пищи. 2. Формирование пищевого комка. 3. Участие в артикуляции и речи.

<u>Околоушные</u>	<u>Подчелюстные</u>	<u>Подъязычные</u>
Система ацинусов и внутридольковых протоков	Ацинарные клетки серозно-муцидного типа	Ацинарные клетки мукоидного типа
Серозный секрет/не содержит муцина/	Смешанный/белково-слизистый секрет/	Секрет, содержащий большое количество муцина

РАБОТА СЛУННЫХ ЖЕЛЕЗ

1. Особенности работы секреторных клеток. Секреция - комплекс процессов, при помощи которых клетка поглощает вещества, подвергает их химическим превращениям или изменяет их концентрация, а затем выводит из организма. Секреция делится на: экскрецию - выведение образовавшихся продуктов во внешнюю среду и инкретию - выведение продуктов секреции во внутреннюю среду/ кровь, межтканевую жидкость/. В соответствии с этим секреты, выводимые во внешнюю среду, называемся секретами/ слюна, пищеварительные соки и т.п./, а секреты, поступающие во внутреннюю среду - инкретами.

Для секреторных клеток слюнных желез характерна высокая проницаемость клеточных мембран, большая концентрация ферментов в них, наличие

хорошо развитой сети пучырьков/или везикул/ для накопления секретов, выраженные процессы распада/катаболизма/ и образования/анаболизма/ химических веществ. Секреторные клетки могут образовывать продукты 3 типов: рекреты - неорганические вещества, необходимые для осуществления обменных процессов/ в слюне - щелочи/ - они не претерпевают существенных преобразований и выделяются в таком виде, в каком поступили в клетку; экскреты - продукты катаболизма, которые накапливаются в клетке и подлежат выведению/в слюне - углекислый газ, мочевая и мочевая кислоты и др./; собственно секреты - специфические продукты, состоящие из сложных макромолекул, синтезированных непосредственно в клетке в результате анаболических процессов.

Различают два вида секреторных циклов: непрерывный/секрет выводится по мере синтеза/ и прерывный/ритмический/ - свойственна растительность секреторного цикла, а синтез секрета начинается после окончания предыдущего цикла. Секреторный цикл состоит из 5 фаз: поступление исходных веществ в железистую клетку, синтез первичного продукта, транспорт и созревание секрета, накопление в клетке секрета, выведение из клетки.

В клетку из межклеточных пространств поступает вода, неорганические вещества, низкомолекулярные органические соединения/аминокислоты, моносахариды, жирные кислоты и т.п./ за счёт диффузии/для прохождения мелких молекул/ и пиноцитоза/для транспорта крупномолекулярных соединений/.

Синтез белкового секрета осуществляется при участии гранулярной эндоплазматической сети и комплекса Гольджи, митохондрий, агранулярной эндоплазматической сети, ядра. Транспорт, созревание и накопление секрета - функция комплекса Гольджи, где происходит гранулообразование, формирование секреторных гранул, конденсация секреторного продукта за счёт осмотического удаления воды. В ядре образуется первичный секреторный продукт, окончательное формирование которого происходит в цитоплазме, а также синтезируются вещества, без которых невоз-

можен синтез секрета в цитоплазме. Митохондрии выполняют роль источника и аккумулятора энергии на макроэргических фосфатных связях АТФ.

Синтез углеводного секрета осуществляется в пластинчатом комплексе Гольджи преимущественно. Мукопротеидный и гликопротеидный секреты синтезируются весьма сложным путём. Сначала на рибосомах гранулярного эндоплазматического ретикулума, расположенных в базальной части клетки из аминокислот синтезируется белковая часть секрета, затем она перемещается в мешочки комплекса Гольджи, где к белку присоединяются углеводы синтезируемые из простых сахаров. Аппарата Гольджи - место, где к углеводному компоненту новообразованного гликопротеида присоединяется сульфат. По мере того как мешочки наполняются гликопротеидом, они отпочковываются в виде глобул, перемещаются к клеточной мембране, разрываются и выделяется секрет.

Фаза накопления секрета протекает своеобразно в клетках с непрерывным и прерывистым типами секреции. В клетках с циклической секрецией гранулы/или вакуоли/, концентрируются в ацинарных клетках и секрет по мере необходимости выделяется в просветы протоков. В клетках с непрерывной секрецией депонирования секрета не происходит и он выводится по мере накопления.

Различают три типа выведения секрета из клетки: голокриновый, при котором вся клетка превращается в секрет в результате дегенерации /встречается в слюнных железах, поверхностном эпителии желудка/; апокриновый - когда вместе с секретом выделяется часть цитоплазмы клеток; мерокриновый - выделение секрета не сопровождается разрушением клетки или отрывом части её цитоплазмы.

Особенностью биоэлектрической активности секреторных клеток является: большая длительность латентного периода, низкая скорость нарастания колебания потенциала действия, градуальные электрические ответы, гиперполяризационные изменения мембраны при возбуждении /ВП, возбуждающий гиперполяризационный потенциал/. Его генерация связана с поступлением ионов хлора внутрь клетки и выходом калия и натрия из них. Величина

потенциала, который генерируется при поляризации мембраны и называется первичным равна 50 мВ. Его роль состоит в том, чтобы обеспечить достижение естественного уровня мембранного потенциала /10-30 мВ/ до оптимального, на фоне которого генерируется секреторный потенциал.

2. Состав слюны. Слюна - смешанный секрет околоушных, подчелюстных, подъязычных и многочисленных мелких желёз слизистой оболочки ротовой полости. Ротовая жидкость - смесь слюны со слезью носоглотки, трахеобронхиального дерева, жидкой частью выдыхаемого и вдыхаемого воздуха. В отличие от слюны, ротовая жидкость не имеет постоянного состава.

Слюна человека - вязкая, опалесцирующая, слегка мутноватая жидкость. Удельный вес её равен 1,00-1,017, вязкость 1,1-1,32 пуаза. Производится в сутки 0,5-2,0 л, из которых 30% приходится на долю околоушных желёз. Смешанная слюна содержит 99,5% воды и 0,5% сухого остатка и некоторое количество газов. Скорость секреции в состоянии относительного покоя 0,24 мл/мин/при отсутствии всякой стимуляции/, может колебаться в широких пределах от 1,0 до 111,0 мл/час, а при жевании до 200 мл/час. pH слюны колеблется от 5,8 до 7,36. Слюна околоушной железы имеет pH- 5,8; подчелюстной - 6,39; увеличение секреции слюны приводит к сдвигу pH в сторону щелочности/до 7,8/.

Неорганические вещества слюны. Ионы калия, натрия, кальция, цинка, магния, железа, хлора, фтора, серы. Роданистые соединения. Со слюной выделяются - ртуть, мышьяк, свинец, висмут, уран.

Выделение ионов - активный процесс. Об этом свидетельствует разница в их концентрации в слюне и крови/ионов калия в слюне в 1,5-4,0 раза больше, чем в плазме/. Концентрация натрия зависит от скорости слюноотделения, от возрастных особенностей/так, в слюне новорожденных она равна 30 мэкв/л, у детей старшего возраста - 15 мэкв/л, у взрослых - 5-10 мэкв/л/. Ионы кальция в слюне находятся в связанной и ионизированной форме/их 2,4-13,0 мг/. Визарбонатов в слюне больше, чем в плазме, хлоридов, сульфидов, хлора - больше у детей, чем у взрослых.

Органические вещества слюны. Слюна содержит различные органические вещества: белки, углеводы, ферменты, витамины и другие.

Белки слюны. В слюне различных желёз имеются неодинаковые составы белков. Так, в околоушном секрете - альбуминов 7,6%; глобулинов-альфа - II, 0%, бетта- 44, 0%, гамма- 18, 5%. В слюне из подчелюстных желёз белки сходны с агглютининами эритроцитов и соответствуют группе крови, они являются типичными фукомуцинами. Некоторые белки/в частности, гамма-глобулины/имеют сывороточное происхождение.

Ферменты слюны. Слюна содержит амилазу, расщепляющую гликозидные связи в молекулах крахмала и гликогена и способствующую образованию декстринов, а затем мальтозы и глюкозы. В слюне в небольших количествах обнаружены протеазы, пептидазы, липаза, щелочная и кислая фосфатаза. В ней есть ряд ферментов, напоминающих по субстратной специфике трипсин: особенно много их в подчелюстной железе/саливаин, glandулин, калликреинподобная пептидаза/. Саливаин проявляет максимальную активность при pH 9,2-9,3; glandулин - в кислой среде; калликреинподобная пептидаза обладает протеолитической активностью. Эти ферменты, попадая в кровь вызывают падение кровяного давления.

Органические вещества другой природы - бактерицидные и бактериостатические вещества/в частности, лизоцим/; калликреин- обладает сосудорасширяющим действием; азотсодержащие компоненты - мочевины, аммиак, креатинин, свободные аминокислоты; гамма-аминоглутаминат, таурин, фосфоатаноламин, оксипролин; витамины, антибиотики.

3. Механизм секреции слюны. В механизме секреции слюны различают: перенос воды и некоторых электролитов крови через секреторные клетки в просвет железы и поступление коллоидного органического материала, выработанного секреторными клетками. С позиции современной теории следует различать функции клеток и протоков слюнных желёз в секреции слюны.

Функции протоков - они не только пути оттока секрета из желёз, а играют также активную роль в секреторном процессе, особенно у

новорожденных, у которых ацинарные образования физиологически незрелы и весь объём секрета определяется функцией клеток протоков. Особенно велика роль протоков в обмене электролитов натрия, калия, а также в реабсорбции солей и воды. Различают две фазы образования слюны - первичную, которая осуществляется в терминальной части железы, где и образуется первичная слюна/осмотическое давление и рН которой аналогичен сыворотке крови/ и вторичную, в процессе образования которой/происходит в стриарной части железы/происходит реабсорбция натрия и калия, хлора, выделение в слюну бикарбонатов. Слюна становится в этом месте гипотонической и слабощелочной. В протоках происходит транспорт и синтез некоторых неэлектролитов, входящих в состав слюны. Так, в околоушной железе обнаружено 5 функциональных зон, через которые осуществляется избирательное движение ионов.

Имеется высокая специализация протоков. В частности, внутридольковые протоки околоушной железы являются местом первичного транспорта глюкозы; около 2/3 мочевины слюны поступают из крови путём диффузии через протоки, клетки слюнных желез протоков участвуют в накоплении и выделении белковой части слюны.

Транспорт электролитов и воды, регуляция электролитного состава слюны. Секрета слюны, являясь активным процессом, характеризуется движением ионов натрия, калия против электрохимического градиента. Позитивно, это происходит с участием фермента - натрий-калиевой- АТФазы, участвующей в активном транспорте калия и натрия. Считают, что в слюнных железах функционируют три транспортных системы, которые связаны с переносом: натрия, калия и хлора. Осмотический механизм является решающим в перемещении интрацеллюлярной и экстрацеллюлярной воды через межклеточное пространство ацинарных клеток.

Концентрация солей в слюне контролируется тремя главными механизмами: прямым влиянием ионной концентрации солей крови на ионный состав слюны; гормональными факторами, обуславливающими активность мозговых центров, реагирующих на содержание солей в крови и действующих минерало-

кортикоидов. Первый механизм общеизвестен, второй - обусловлен действием электролитов на осморепанторы структур мозга и регулирует реабсорбцию ионов натрия и хлора из предшественников слюны, проходящих через протоки. Эффект минералокортикоидов надпочечников заключается в повышении уровня калия и понижении содержания ионов натрия в слюне. Местом действия минералокортикоидов является стриарная часть протока, где происходит реабсорбция ионов натрия и калия.

Транспорт неэлектролитов через клеточную мембрану. Основной механизм транспорта неэлектролитов через мембрану секреторных клеток - пассивный. Существуют два основных пути транспорта неэлектролитов в слюну: медленный, связанный с растворимостью неэлектролитов в мембране и определяемый коэффициентом распределения между липидами мембраны и окружающей водной фазой и быстрый - осуществляемый посредством диффузии через поры клеточной мембраны, толщина которой не превышает 8 нм. В зависимости от характера нервных влияний число и диаметр пор может меняться, в то время как проницаемость липидных участков мембраны остаётся постоянной. Полагают, что липидная мембрана с постоянной проницаемостью является внутренней мембраной ацинарных клеток, в протоках же имеются мембраны с высокой/проксимальная часть/ и низкой/дистальная часть/ проницаемостью.

Симпатическая стимуляция/адреналином, норадреналином/ приводит к увеличению содержания в слюне неэлектролитов: диффузия водорастворимых веществ/сахарозы, например/ происходит не только через клеточные пространства, толщина которых после стимуляции симпатических нервов увеличивается до 25 нм/при норме 8 нм/. Повышение же проницаемости мембран клеток поджелудочной железы при стимуляции паранозного симпатического нерва/или при действии адреналина/ связано с появлением углеводного обмена. Вещества с большим молекулярным весом/белки/ проникают в слюну путём пинацильного дна благодаря сочетанию пино- и фагоцитоза.

4. Регуляция слюноотделения. Количественный и качественный

состав слюны определяется состоянием внутренней среды, уровнем возбудимости пищевого, терморегуляторного и других центров, особенностями раздражения различных рецепторных полей, центральным действием некоторых гуморальных факторов. Слюнные железы принимают участие в осуществлении нескольких функций - экскреторной, секреторной: инкреторной, защитной, гомеостатической и других. Центральный аппарат регуляции их деятельности обеспечивает приспособляемость слюноотделения преимущественно к тем потребностям организма, которые в данный момент для него наиболее существенны. Так, при раздражении вкусовых рецепторов выделяется пищевая слюна, богатая органическими веществами и ферментами; при раздражении терморепцепторов - жидкая, бедная органическими веществами; при эмоциональном возбуждении слюноотделение тормозится или усиливается. Длительность латентного периода реакции зависит от силы раздражителя и равняется при действии сильных раздражителей 1-3 с, слабых - 20-30 с.

Афферентные пути от слюнных желез идут в составе тройничных, лицевых, языкоглоточных и блуждающих нервов. Преганглионарные нейроны симпатических нервов локализируются в боковых рогах спинного мозга на уровне 2-4 грудных сегментов, постганглионарные - в верхнем шейном узле. Постганглионарные волокна вместе с сосудистым сплетением, сопровождающим внутреннюю сонную артерию, достигает околушной слюнной железы и в составе сосудистого сплетения, облегающего наружную сонную артерию - подчелюстной и подъязычной слюнных желез.

Преганглионарные нейроны парасимпатических нервов/лицевого и языкоглоточного - иннервирующих подчелюстную и подъязычную железы/ лежат в верхнем слюноотделительном ядре продолговатого мозга и достигают подъязычного и подчелюстного узлов в составе барабанных струн. От подъязычного и подчелюстного узлов отходят постганглионарные волокна, оканчивающиеся на железистых клетках. Околушная слюнная железа иннервируется языкоглоточным нервом, узел которого даёт начало воло-

нам, идущим в составе височно-ушного нерва.

Железистые клетки слюнных желёз обильно снабжены парасимпатическими волокнами, причём несколько из них конвергируют на одну и ту же клетку. Парасимпатические волокна слюнных желёз являются холинэргическими, в то время как симпатические - адренэргическими.

Раздражение парасимпатических волокон стимулирует секрецию жидкой слюны, симпатических - густой. Денервация слюнных желёз приводит к возникновению непрерывной/паралитической/секреции. В первые дни после денервации регистрируется дегенеративная секреция за счёт способности дегенерирующих ганглиев синтезировать ацетилхолин при отсутствии способности его удерживать. По мере дальнейшей дегенерации выброс ацетилхолина уменьшается, вступает в действие закон Кенона-Розенблота о повышении чувствительности денервированных клеток к гуморальным факторам, в частности, к пирокатахинам, которые образуются при болевом раздражении, при гипоксии и т.п.

Центры слюноотделения включают два симметрично расположенных нейронных пула в ретикулярной формации латеральные ядра лицевого нерва и доходят до передней части нерва аббикус. Ростральная часть центра - верхнее слюноотделительное ядро - связана с подчелюстной и подъязычной железами, каудальная часть - с околоушной слюнной железой.

Слюноотделительный центр функционально взаимодействует с другими центрами - потогонным, дыхания, сосудодвигательным и др. В регуляции слюноотделения важное значение имеет диэнцефальный отдел центральной нервной системы: при раздражении переднего отдела гипоталамуса активируется механизм теплопотерь и усиливается слюноотделение. При раздражении заднего отдела - формируется эмоциональное возбуждение с усиленной саливацией. Раздражение миндалин, имеющих тесные функциональные взаимосвязи с гипоталамусом; вызывает реакцию облизывания, принюхивания, лезания и слюноотделения. Стимуляция коры больших полушарий головного мозга в области смывивой борозды обуславливает слюноотделение из околоушных и подчелюстных желёз. Слюноотделение усиливается при раз-

дражении верхней фронтальной, орбитальной извилин и лобной доли. Стимулируют слюноотделение раздражение латерального гипоталамуса, удаление лобных долей коры, что свидетельствует о тормозном контроле гипоталамической деятельности со стороны коры больших полушарий головного мозга.

В регуляции слюноотделения, кроме нервных, активное участие принимают и гуморальные факторы - метаболиты, гормоны гипофиза, надпочечников, поджелудочной и щитовидной желёз. Гуморальные факторы оказывают регулирующее влияние на деятельность слюнных желёз разными путями: действие либо на периферический аппарат/секреторные клетки, синапсы/, либо непосредственно на нервные центры.

ЖЕВАНИЕ И ГЛОТАНИЕ

Жевание - физиологический процесс, обеспечивающий механическую обработку принимаемой пищи/откусывание, измельчение, перемалывание и перегибание/, смешивание её со слюной, ослизнение и формирование пищевого комка, является частично произвольным, частично рефлекторным по своей природе. Центр жевания локализован в продолговатом мозгу и получает афферентную импульсацию от рецепторов слизистой оболочки ротовой полости по волокнам тройничного нерва, а оттуда к жевательным мышцам. При этом: челюсти смыкаются в противовес силе тяжести, тактильное раздражение поверхности полости рта/язык, щёки, верхние и нижние зубы, передняя часть твёрдого нёба/ пищевыми веществами вызывает рефлекторное торможение замыкательных мышц, открывание ротовой полости сопровождается рефлекторной отдачей закрывания, которое при наличии пищи во рту вызывает открывание рта.

Для объективного исследования акта жевания в лабораторных и клинических условиях используется мастикоцинография. На мастикоцинограмме выделяются две фазы жевания: изометрическую и изотоническую. Характер мастикоцинограммы, количество и амплитуда жевательных движений, продолжительность их определяется особенностями пищевого комка - его количеством, вязкостью, жесткостью, количеством составляющих.

Определение силы жевательной мускулатуры - гнатодинамометрия: для резцов - 11-12 кг/кв.см, для коренных зубов - 29-90 кг/кв.см.

Акт глотания включает в себя три фазы - ротовую произвольную, глоточную непроизвольную/после перемещения пищевого комка за уровень небных дужек/, пищеводную непроизвольную. Объем пищевого комка у взрослых людей равен 5-15 см³. Глотательный цикл длится около 1 с. Центр глотания локализован в продолговатом мозгу рядом с дыхательным центром и находится с ним в реципрокных взаимосвязях. Функционирует по принципу "всё или ничего".