

Хейно АЙНСОН, Эва АЙНСОН

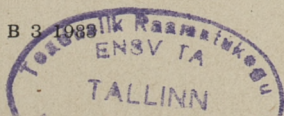
О МЕХАНИЗМАХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ И СЕРТОНИНА В РЕГУЛЯЦИИ ИНТЕНСИВНОСТИ ТРАНСКАПИЛЛЯРНОГО ОБМЕНА БЕЛКОВ

Среди механизмов, обеспечивающих постоянство состава внутренней среды, первостепенную роль играет эндокринная система, которая чутко реагирует на изменение концентраций веществ в организме выделением тех или иных гормонов — химических сигналов, посылаемых в различные клетки тканей (Юдаев, Протасова, 1971). Вместе с тем накапливается все больше данных о биогенном амине — серотонине, регулирующем эндокринные функции и обладающем чрезвычайно широким диапазоном действия (Громова, 1966; Курский, Бакшеев, 1974; Науменко, Попова, 1975; Тезсалу, 1979 и др.). Имеются основания полагать, что серотонин (5-ОТ) участвует в регуляции циркадных изменений активности гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы и в определении реакции организма на стресс. Хотя факт действия 5-ОТ на секрецию гормонов щитовидной железы считается более или менее доказанным (Melander, 1970), механизмы этого действия во многом еще не ясны. Изучение влияния сдвигов, происходящих во взаимодействии серотонинового обмена и функциональной активности щитовидной железы, на сердечно-сосудистую систему имеет немаловажное значение для выявления способности гормональных адаптивных механизмов к приспособлению процессов транскapиллярного обмена белков и лимфообразования к новым условиям существования, наблюдаемых при стрессовых состояниях организма.

Материал и методика

Опыты проведены на 11 чистопородных баранах 1,5-годовалого возраста средней массой тела около 50 кг. За сутки до начала опытов животным был наложен экстракорпоральный лимфо-венозный анастомоз между грудным лимфатическим протоком и яремной веной, в поперечный лимфатический ствол введена закрывающаяся канюля. Во время опытов животных содержали без корма в индивидуальных боксах. Пробы лимфы и крови брали перед внутривенным введением 250 мкг/кг серотонин-креатинин-сульфата фирмы «Реанал» в виде 1%-ного раствора серотонина в физиологическом растворе поваренной соли и перед подкожным введением 4 мкг/кг трийодтиронина фирмы «VEB Berlin-Chemie», а также через 30, 120, 240, 360 мин и 24 ч после введения.

Определяли: флуориметрически — содержание серотонина в крови и лимфе (Стабровский, 1971), количество вытекающей из грудного протока и шейного ствола лимфы (мл/мин), гематокрит крови, общий белок (на рефрактометре ИРФ-23) и с помощью электрофореза на бумаге — белковые фракции лимфы и крови. На основании полученных данных вычисляли: белковый коэффициент (А/Г) лимфы и крови,



а также коэффициенты проницаемости кровеносных капилляров для белков (R), константу избирательной проницаемости кровеносных капилляров (S), показатели диффузионно-фильтрационной транспортной мощности кровеносных капилляров (KG) и площади функционирующих кровеносных капилляров (G), количество поступающих с лимфой в кровообращение белков (мг/мин).

Результаты исследования и их обсуждение

Изучение механизма гормональной деятельности щитовидной железы при стрессовых воздействиях выявило (Кононенко, 1973), что изменения в ней возникают вследствие рассогласованности между поглотительной, гормонообразовательной и гормоновыделительной функциями железы. Сдвиги в характере перераспределения белков, жидкости и других веществ между кровью, интерстицием и лимфой, вызываемые изменениями в гормональной деятельности железы, имеют важное адаптивное значение, направленное на сохранение гомеостаза и оптимальных условий для обменных процессов в межклеточном пространстве. Нарушения функций нейро-эндокринной системы ведут к изменениям процессов резорбции лимфатическими сосудами, их тонуса и сократительной функции, что в конечном счете приводит к недостаточности лимфообращения (Миннебаев, 1975; Айнсон, 1978; Слесарев, 1980 и др.).

Проведенные нами опыты показали, что при совместном введении 5-ОТ и трийодтиронина (T_3) концентрация эндогенного 5-ОТ в крови и лимфе заметно снижается (табл. 1), причем в крови более значительно и продолжительно, чем в лимфе. Небезынтересно отметить, что разница в динамиках снижения концентраций эндогенного 5-ОТ в крови и лимфе при раздельном введении 5-ОТ или T_3 была менее заметной. Несколько неожиданной для нас была продолжительность данного явления (содержание 5-ОТ в крови и лимфе снижалось даже через 6 ч после начала опытов).

Известно, что в крови 5-ОТ в основном сконцентрирован в тромбоцитах, что чрезвычайно важно для нормального функционирования транспортного звена гуморального регуляторного механизма, обеспечивающего перенос 5-ОТ в межклеточной жидкости, лимфе и крови. Адсорбция его последними, в чем существенную роль играет АТФ (Раасонен, 1963), является активным процессом, требующим определенных затрат энергии. В тромбоцитах 5-ОТ находится в инактивированном состоянии и выделяется из них при их разрушении. Поэтому не исключено, что в установленном нами снижении концентрации 5-ОТ в крови и лимфе определенную роль играет активация адсорбции 5-ОТ тромбоцитами. Вместе с тем увеличение в циркуляции количества T_3

Таблица 1

Динамика изменений концентрации эндогенного 5-ОТ в крови и лимфе после совместного введения 5-ОТ и T_3 (по сравнению с первоначальным уровнем), %

Показатель	Время после введения препаратов, ч				
	1/2	2	4	6	24
5-ОТ:					
в крови	89	74*	74*	57*	79*
в грудной лимфе	100	92	92	77*	100
в шейной лимфе	100	92	90	70*	95

* Уровень значимости $P \leq 0,05$.

вызывает нарушения процессов окислительного фосфорилирования и замедление синтеза АТФ, обуславливая тем самым дефицит АТФ, необходимого для депонирования 5-ОТ в тромбоцитах. Поэтому наиболее вероятной причиной данного явления может быть то, что экзогенный T_3 нарушает нормальные условия депонирования 5-ОТ в тромбоцитах и тканях. В таком случае экзогенный 5-ОТ, воздействуя на синтез макрозргов, блокирует деятельность активной транспортной системы, обеспечивающей накопление 5-ОТ в гранулах против градиента концентрации. В результате эндогенный 5-ОТ диффундирует в значительном количестве через мембраны гранул и подвергается быстрому оксидативному дезаминированию. По всей вероятности, этому способствуют интенсификация функциональной деятельности печени по инактивации 5-ОТ, увеличение серотонинопексических свойств плазмы и стимулирование биосинтеза моноаминоксидазы. Не исключено также, что введение 5-ОТ сопровождается повышенным поступлением в кровь активных лизосомальных ферментов снижением содержания их ингибиторов в крови (Черноярва, Трубицына, 1981). Совместное введение 5-ОТ и T_3 , как показали наши опыты, оказывает стимулирующее и пролонгирующее влияние на уменьшение количества циркулирующего 5-ОТ. Таким образом, следует считать, что даже умеренное повышение функциональной активности щитовидной железы может при увеличенном выбросе в циркуляцию 5-ОТ способствовать быстрому и продолжительному уменьшению его количества не только в крови (Головач, 1968), но и в лимфе. При этом не исключено, что увеличение в кровообращении количества T_3 ведет и к усилению аккумуляции 5-ОТ в периферических тканях (Головач, 1969). Хотя проблема биологического действия 5-ОТ на функциональное состояние щитовидной железы имеет большое теоретическое и практическое значение (Науменко, Попова, 1975), ее решение находится до последнего времени на самой начальной стадии. Несколько мешает этому разноречивость в полученных результатах, которые позволяют предполагать, что гиперфункция щитовидной железы ведет у людей к повышению в сыворотке крови уровня 5-ОТ (Tamarit и др., 1972).

По-видимому, влияние 5-ОТ на тиреоидную функцию не ограничивается его воздействием на гипоталамо-гипофизарные структуры, а определяется также непосредственным влиянием этого амина на щитовидную железу. На это, впрочем, указывают сведения (Zizine, 1959) об ингибирующем действии 5-ОТ на синтез тироксина, а также о наличии в тиреоидной паренхиме специфических мелких гранул, расположенных между фолликулами и в фолликулярном эпителии, которые содержат большое количество 5-ОТ (Falck и др., 1964). В частности установлено, что у овец в парафолликулярных клетках щитовидной железы 5-ОТ накапливается в гранулах, вырабатывающих кальцитонин (Jaim-Etcheverry, Zieher, 1968). Непосредственно с решением проблемы связано и сообщение о том, что 5-ОТ обладает свойством связывать тиреоидные гормоны в физиологически неактивные комплексы (Головач, 1969). Нельзя не упомянуть и данных, указывающих на роль 5-ОТ в нарушениях функций центральной нервной системы при гипертиреозе, которые связываются с повышением уровня 5-ОТ в синапсоммах головного мозга (Савицкий, 1973). Естественно, что при выявлении сущности механизмов взаимосвязанности метаболизма 5-ОТ с функциональным состоянием щитовидной железы необходимо учитывать конкретные условия опыта, поскольку от них во многом зависит характер ответной реакции транспортно-обменной системы на изменившиеся условия функционирования. Важнейшими из них являются однородность критериев оценки функций железы, объектов исследования, вводимых доз и методов введения 5-ОТ.

Исходя из результатов наших опытов, а также из сообщений других авторов, считаем наиболее вероятным, что до определенной степени накопления 5-ОТ в организме нормально функционирующая щитовидная железа способна участвовать в процессе снижения его циркулирующего количества. В случае же гиперфункции щитовидной железы включаются механизмы образования физиологически неактивных комплексных соединений 5-ОТ с T_3 , задача которых — создание условий, наиболее соответствующих нормальным для обменных процессов в организме. При этом не исключена возможность непосредственного угнетающего действия вводимого 5-ОТ в наших опытах на функциональное состояние щитовидной железы, направленное на обеспечение в организме оптимальных условий сопротивления стрессовой ситуации.

Исследования влияния экзогенного 5-ОТ на лимфоток показали, что в большинстве случаев его введение приводит к ускорению лимфооттока из магистральных лимфатических сосудов в кровообращение (Shim и др., 1961; Carter и др., 1974; Кульбаев, 1981а и др.). Вместе с тем 5-ОТ, как и другие биологически активные вещества, при введении в организм или при повышенной продукции его самим организмом создает условия для возникновения различных по скорости и характеру сосудистых реакций, зависящих от конкретного органа или региона организма. Так, например, установлено (Данкова и др., 1981), что обусловленные 5-ОТ изменения в соотношении микроциркуляции и системной гемодинамики определенным образом отражаются на транкапиллярном обмене, в результате чего установлено разное время проникновения меченных белков через микрососудистые стенки в интерстиций. О зависимости характера воздействия экзогенного 5-ОТ на скорость лимфотока и интенсивность процессов транкапиллярного обмена от региона тела свидетельствуют и результаты наших исследований (Айнсон, Айнсон, 1981). Поскольку интенсивность лимфообразования во многом зависит от функциональной активности органа или ткани (Жданов, 1952; Русняк и др., 1957; Потапов, 1977 и др.), то трудно представить, что вызванные введением 5-ОТ изменения в лимфооттоке из печени не сказываются на токе лимфы в грудном протоке (Кульбаев, 1981б). Скорее всего, печеночный лимфоотток сам, учитывая место печени в моноаминоксидазной системе, менее подвержен действию экзогенного 5-ОТ и вызываемые в нем изменения отражаются на токе лимфы в грудном протоке лишь при превышении определенного порога насыщенности 5-ОТ.

Таблица 2

Динамика изменений белкового коэффициента (А/Г), гематокрита крови и скорости лимфотока после совместного введения 5-ОТ и T_3 (по сравнению с первоначальным уровнем), %

Показатель	Время после введения препаратов, ч				
	1/2	2	4	6	24
А/Г:					
крови	94	103	98	95	76*
грудной лимфы	114	113	105	104	95
шейной лимфы	87	91	100	98	86
Скорость лимфотока:					
грудной лимфы	79*	92	105	112	101
шейной лимфы	45*	65*	81*	113	99
Гематокрит крови	100	100	100	100	100

* Уровень значимости $P \leq 0,05$.

Из результатов опытов, представленных в данном сообщении, видно (табл. 2), что комбинированное введение 5-ОТ и T_3 вызывает замедление тока лимфы, особенно четко и продолжительно проявляющееся в количестве поступающей из шейного ствола лимфы. Возникает вопрос: почему 5-ОТ и T_3 по отдельности стимулируют процессы лимфообразования (Айнсон, Айнсон, 1977; 1981) в органах пищеварения, а при совместном введении затормаживают их? Следует отметить, что предыдущими исследованиями было показано, что введение 500 мкг/кг 5-ОТ вызывает в грудном протоке замедление тока лимфы (Айнсон, Айнсон, 1980), а введение 250 мкг/кг — его ускорение (Айнсон, Айнсон, 1981). Следовательно, как высокая доза 5-ОТ, так и небольшое его количество в комбинации с T_3 ведут примерно к одинаковым по направленности изменениям в интенсивности процессов лимфообразования в органах пищеварения. Роль тиреоидных гормонов в регуляции циркуляции лимфы окончательно не ясна, хотя предполагается, что их метаболические эффекты являются главными в действии на сосудистую систему (Хомазюк, 1981). Поскольку большинство системных гормонов не участвует в непосредственной регуляции тонуса сосудов, то не исключено, что T_3 влияет на лимфообращение или модулирует медиаторные и ауторегуляторные реакции сосудов через изменения метаболизма 5-ОТ. Возможно также, что вазоактивный эффект в данном случае реализуется с помощью различных механизмов, в которых появление одного вещества служит причиной появления другого или целого ряда других метаболитов и местных гормонов. 5-ОТ является одним из стимуляторов синтеза и секреции йодированных тиронинов, а увеличение фона тиреоидных гормонов в циркуляции ведет к депонированию 5-ОТ в тучных клетках щитовидной железы. Возможно, что и это является одной из причин замедления процессов транскапиллярного обмена в органах брюшной полости. Что касается периферического лимфотока, то по-видимому, в данном случае большую значимость приобретают механизмы, обуславливающие его замедление в шейном стволе (при всех использованных нами вариантах введения 5-ОТ) и вызывающие изменения в сосудистом тонусе, проницаемости гемо-лимфатического барьера и резорбтивной способности начальных лимфатических сосудов (Айнсон, Айнсон, 1980, 1981). Кроме того, вполне справедливо считать, что и в данном случае в замедлении лимфотока участвуют механизмы, действие которых на лимфоток в грудном протоке было описано выше.

Известно, что сдвиги в функциях нейро-эндокринной системы ведут к изменениям процессов резорбции начальными лимфатическими сосудами (Миннебаев, 1975). Имеются сообщения (Shim и др., 1961; Данкова и др., 1981; Кульбаев, 1981б) о вызываемых экзогенным 5-ОТ изменениях в селективности гемо-лимфатических барьеров. В наших предыдущих работах (Айнсон, Айнсон, 1979, 1980, 1981) было показано, что в процессах транскапиллярного обмена немаловажную роль играют морфо-функциональное состояние кровеносных капилляров, уровень показателей KG , G и S . В данном случае нами установлено (табл. 3), что совместное введение 5-ОТ и T_3 вызывает в органах пищеварения снижение показателей KG и G , а раздельное использование этих гормонов обуславливает их увеличение. Следует отметить, что изменения KG и G для лимфы из органов пищеварения при совместном введении 5-ОТ и T_3 по своему характеру не отличались от сдвигов для лимфы из области шеи и головы после введения разных доз 5-ОТ отдельно или совместно с T_3 . В обоих случаях мы имели дело со снижением показателей KG и G , которое для области шеи и головы было более резким и значительным, чем для органов пищеварительного тракта. Заслуживает также внимания, что при совместном введении 5-ОТ и T_3 KG (главным образом для капилляров шейной обла-

Динамика изменений показателей транкапиллярного обмена белков после совместного введения 5-ОТ и Т₃ (по сравнению с первоначальным уровнем), %

Показатель	Время после введения препаратов, ч				
	1/2	2	4	6	24
Пищеварительный тракт R:					
общего белка	99	99	93	97	86
альбуминов	126*	114	109	109	118
α-глобулинов	80*	90	90	85	86
β-глобулинов	124*	108	97	106	86
γ-глобулинов	82*	98	93	80*	67*
S	154*	117	117	136*	176*
KG	73*	86	81	101	64*
G	74*	88	87	105	75*
Область шеи и головы R:					
общего белка	99	81*	76*	79*	79*
альбуминов	102	84	86	89	108
α-глобулинов	99	77*	66*	62*	69*
β-глобулинов	115	82	82	81	90
γ-глобулинов	120*	129*	63*	63*	69*
S	104	89	173*	173*	171*
KG	43*	34*	38*	59*	51*
G	44*	43*	50*	75*	64*

* Уровень значимости $P \leq 0,05$.

сти) снижается больше, чем G. Следовательно, установленные в данном случае сдвиги в интенсивности лимфообразования вызваны в первую очередь качественными изменениями в стенках кровеносных капилляров, ведущими к снижению их диффузионно-фильтрационной транспортной мощности. Возможно, что в определенной степени это связано с влиянием Т₃, уменьшающем циркулирующее количество активного 5-ОТ и ведущим к частичному инактивированию тканевых кининов и протеолитических ферментов.

Не менее интересными представляются сдвиги в ряде других показателей интенсивности транкапиллярного обмена (табл. 3). Так, например, установлено, что совместное введение 5-ОТ и Т₃ увеличивает селективность капиллярных стенок в отношении пропускания белковых молекул разного размера как в органах пищеварения, так и в области шеи и головы. Это явление тесно связано с описанным выше снижением KG и служит доказательством того, что в данном случае мы действительно имеем дело с качественными изменениями в пропускной способности капиллярных стенок, а не только с количественным сокращением площади функционирующих кровеносных капилляров. Хотя лимфо-кровное равновесие в виде R разных белковых фракций при этом и изменяется, общая концентрация белков в крови и грудной лимфе, а также А/Г в целом остаются в пределах нормы. По-видимому, это имеет немаловажное значение для сохранения организмом своих резервов резистентности и обеспечения циркуляторного гомеостаза белков.

Важной ролью лимфатической системы в организме, как известно, является ее транспортная функция, которая в значительной степени обусловлена моторикой самих лимфатических сосудов (Hall и др., 1965; Hall, 1969; Орлов, Лобачева, 1977; Беремжанова и др., 1980 и др.). Известно ведущее место лимфатических сосудов в обеспечении транспорта попавших в интерстиций плазменных белков, причем проникновение последних через стенку кровеносных капилляров обеспечивается

Динамика изменений количества поступающих с лимфой в кровообращение белков после совместного введения 5-ОТ и T_3 (по сравнению с первоначальным уровнем), %

Показатель	Время после введения препаратов, ч				
	1/2	2	4	6	24
По грудному протоку:					
общего белка	78*	90	92	110	86
альбуминов	95	103	105	110	98
α -глобулинов	69*	93	93	103	100
β -глобулинов	75*	88	94	106	88
γ -глобулинов	62*	81*	86*	81*	83*
По шейному стволу:					
общего белка	44*	52*	59*	85*	78*
альбуминов	44*	53*	63*	89	85
α -глобулинов	48*	55*	52*	76*	76*
β -глобулинов	40*	47*	60*	80*	93
γ -глобулинов	53*	72*	44*	63*	78*

* Уровень значимости $P \leq 0,05$.

гидростатическим и осмотическим давлением, действующим через капиллярную стенку, или градиентом концентрации белков, обуславливающим диффузию (Yoffey, Courtice, 1970; Haljamäe, 1978; Nicolayzen, 1978 и др.). Удаление белка из тканей лимфатической системой обуславливает ту разницу между коллоидно-осмотическим давлением плазмы и давлением интерстициальной жидкости, которая является определяющей при резорбции безбелковой части капиллярного фильтра в кровь (Renkin, 1970; Földi, 1971 и др.). Вносимые лимфой в кровообращение белки и другие вещества разносятся кровью и включаются в экстраваскулярную циркуляцию, без чего нормальная жизнедеятельность немыслима (Потапов, 1977; Noer, Lassen, 1978 и др.). Поскольку циркуляция белков по схеме: лимфатическая система—кровообращение—экстраваскулярное пространство—лимфатическая система чутко реагирует на изменения в гуморально-гормональной регуляции (Волков, 1969; Курочкин, 1973; Айнсон и др., 1976), то влияние сдвигов в обмене 5-ОТ и функциональном состоянии щитовидной железы на интенсивность лимфо-кровного транспорта белков представляло для нас большой интерес. Результаты наших опытов выявили (табл. 4) снижение количества белков, транспортируемых с лимфой в кровообращение, наиболее рельефно отражающееся в показателях шейной лимфы. Если количество белков, транспортируемых в кровообращение грудной лимфой, уменьшилось в основном за счет замедления тока лимфы и сдвиги в содержании в ней белков в целом играли относительно незначительную роль, то количество вносимых шейной лимфой в кровообращение белков значительно уменьшилось как за счет замедления лимфотока, так и за счет снижения в лимфе концентрации белков. Подобное несовпадение можно до некоторой степени объяснить разными по характеру изменениями KG и G в органах пищеварительного тракта и области шеи и головы, своеобразием качественных и количественных сдвигов в стенках кровеносных капилляров этих регионов. Не исключены и возможные различия в скорости продвижения белковых молекул в экстраваскулярном пространстве, в резорбции и депонировании их начальными лимфатическими сосудами. Следует также отметить, что как гематокрит, так и белковый состав крови в это время относительно мало меняются. По-видимому, мы имеем дело как с механизмами гомеостаза, не допускающими отклонений пара-

метров крови от нормы, так и с механизмами адаптации, способствующими приспособлению лимфатической системы к новым условиям и последующему возвращению к нормальному состоянию. То, что транспортная способность грудного протока подвергается меньшим изменениям, чем транспортная способность шейного ствола, свидетельствует о значительности роли лимфатической системы в обеспечении гомеостаза крови в целом, так как по грудному протоку в кровообращение поступает примерно в десять раз больше белков, чем по шейному стволу.

Известно (Лишманов, 1977), что белковый состав лимфы и крови реагируя на воздействие экстремальных факторов внешней среды, отражает количественные и качественные изменения гисто-гематических барьеров и транскапиллярного обмена, происходящие в процессе адаптации организма. Поскольку имеющиеся в литературе данные указывают на важную роль шейных лимфатических путей в дренаже головного мозга (Földi и др., 1968; Булекбаева, Демченко, 1980 и др.), то установленное в наших опытах значительное снижение концентрации белков в шейной лимфе может быть свидетельством недостаточности лимфогенной резорбции и элективной задержки белков в экстравакулярном пространстве головного мозга, в первую очередь и в наибольшей степени страдающего от циркуляторной гипоксии. Первоначальное некоторое повышение содержания в лимфе γ -глобулинов, по-видимому, указывает на попытку стрессового компенсаторного выброса их из лимфатических узлов в циркуляцию. Что касается данных о содержании белков в грудной лимфе, то они позволяют думать, что интенсивность лимфогенной резорбции в органах пищеварительного тракта остается в целом на первоначальном уровне. Причинами некоторого снижения концентрации γ -глобулинов в крови мы склонны считать не столько повышение проницаемости кровеносных капилляров в целом, сколько изменения селективных свойств их стенок, а также определенное угнетение способности компенсаторного выброса лимфатическими узлами данного региона γ -глобулинов в кровообращение.

При сопоставлении данных, полученных по динамике изменений транспорта белков лимфой грудного протока в кровообращение под влиянием совместного введения 5-ОТ и T_3 , с результатами, полученными при раздельном введении этих же веществ мы убедились в их противоположности. Сравнительный анализ дает основание считать, что немаловажной причиной различий в количестве транспортируемых грудной лимфой белков является противоположность изменений в скорости лимфотока. При раздельном введении 5-ОТ и T_3 лимфоотделение увеличивалось, а при совместном их использовании — замедлялось. Следует отметить, что в первом случае изменения в скорости лимфотока и количестве транспортируемых белков были продолжительнее, а во втором — кратковременнее. Не исключено, что изменения в серотониновом обмене оказывают определенное тормозящее влияние на стимулирующий биосинтез белков эффект T_3 , установленный нами ранее (Айнсон, Айнсон, 1977), проявляющийся в уменьшении их количества, поступающего с лимфой грудного протока в кровообращение. Что касается транспорта белков шейной лимфой, то его замедление при совместном введении 5-ОТ и T_3 было кратковременнее, чем при введении 5-ОТ, и противоположным при введении T_3 . Анализ данных позволяет предположить, что решающим фактором при совместном введении является ингибирующее воздействие T_3 на вызываемые 5-ОТ процессы интенсификации транскапиллярного обмена белков.

Известно, что возникшая на определенной стадии эволюционного развития гормональная регуляция охватывает практически все сто-

роны обмена веществ. Регуляторное действие гормонов в зависимости от функциональных потребностей организма может быть направлено на те или иные механизмы (Юдаев, Протасова, 1971). При стрессовых воздействиях, связанных с изменением уровня 5-ОТ в организме, на первый план может выступить влияние тиреоидных гормонов на биосинтез и циркуляцию белков в организме. В результате анализа представленных данных, а также данных других авторов мы имели возможность убедиться в мультифункциональном характере 5-ОТ. Обладая свойствами гормонов и нейрогормонов, медиаторов и модуляторов нервных импульсов, он в то же время активно участвует в регуляции интенсивности обменных процессов, в том числе и транскапиллярного обмена. Изменения в обмене биогенных аминов сопровождаются перестройкой других процессов обмена веществ, в частности белкового, углеводного и липидного обмена, каждый из которых оказывает большее влияние на функциональную активность различных структур сердечно-сосудистой системы (Кононенко, 1973; Айнсон, 1981). Поэтому при изучении патогенетических механизмов стрессовых реакций выяснение состояния обмена биогенных аминов представляет существенный интерес. Наши опыты показали, что в регуляции интенсивности процессов лимфообразования существует тесная взаимосвязанность между состоянием серотонинового обмена и функциональным состоянием щитовидной железы. Выше нами обсуждались некоторые возможные механизмы этого взаимодействия. Кроме того, имеются указания, что введение 5-ОТ сопровождается усиленным выбросом в кровеносное русло глюкокортикоидов, препятствующих использованию тиреоидных гормонов в тканях и снижающих тиреотропную функцию гипофиза (Головач, 1969). Поскольку стимулирующее влияние 5-ОТ на синтез глюкокортикоидов осуществляется как за счет прямого воздействия на кору надпочечников, так и в результате усиления адренокортикотропной функции гипофиза, то при дальнейших исследованиях взаимодействия 5-ОТ и щитовидной железы и регуляции интенсивности процессов лимфообразования следует обратить внимание и на функциональное состояние остальных звеньев гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы. Так как большинство эндокринных желез в настоящее время считается лимфокринным, т. е. считается, что основная часть продуцируемых ими гормонов транспортируется в кровообращение лимфатическими сосудами и принимает активное участие в регуляции транскапиллярного обмена, то использование лимфологических методов исследования открывает новые возможности для более детального изучения сложной цепи регуляторных механизмов, контролируемых метаболические процессы в организме.

ЛИТЕРАТУРА

- Айнсон Х. Х., Айнсон Э. И., Алликвере Я. А. О роли гормональных препаратов в регуляции процессов лимфообразования. — В кн.: Венозное кровообращение и лимфообращение. Алма-Ата, 1976, I, 43—47.
- Айнсон Х., Айнсон Э. О влиянии трийодтиронина на процессы лимфообразования. — Изв. АН ЭССР. Биол., 1977, 26, 269—273.
- Айнсон Х. К проблеме транскапиллярно-интерстициальной циркуляции плазменных белков и участия в ней лимфатической системы. — Изв. АН ЭССР. Биол., 1978, 27, 196—203.
- Айнсон Х., Айнсон Э. О сдвигах, вызванных гистамином в циркуляторном и тканевом гомеостазе белков и их причинах. — Изв. АН ЭССР. Биол., 1979, 28, 81—88.
- Айнсон Х., Айнсон Э. Зависимость динамики транскапиллярного обмена белков от экзогенного серотонина. — Изв. АН ЭССР. Биол., 1980, 29, 290—295.
- Айнсон Х. Х., Айнсон Э. И. Действие серотонина на транскапиллярный обмен и циркуляторный гомеостаз белков. — Физиол., 1981, 67, 148—152.
- Айнсон Э. И. Влияние совместного введения трийодтиронина и серотонина на содержание в крови и лимфе липидов. — В кн.: Актуальные вопросы обмена веществ. Вильнюс, 1981, 2, 9—10.

- Беремжанова И. А., Булекбаева Л. Э., Коханина М. И. Нервная регуляция лимфообращения. Алма-Ата, 1980.
- Булекбаева Л. Э., Демченко Г. А. Влияние окклюзии лимфатических путей на некоторые показатели ликвора. — Физиол. ж., 1980, 66, 425—427.
- Волков В. Е. Влияние гормонов на лимфоциркуляцию. — Автореф. дис. докт. мед. н. М., 1969.
- Головач А. П. Обмен серотонина у больных с нарушением функции щитовидной железы. — Пробл. эндокринол., 1968, 14, 97—100.
- Головач А. П. Некоторые стороны обмена серотонина и катехоламинов при заболевании щитовидной железы. — Автореф. дис. канд. мед. н. Харьков, 1969.
- Громова Е. А. Серотонин и его роль в организме. М., 1966.
- Данкова А. Н., Трофимова М. Г., Третьяков Ю. Я. Прижизненное изучение транскапиллярного обмена белка, микроциркуляции и гемодинамики при действии некоторых физиологических активных веществ. — В кн.: Венозное кровообращение и лимфообращение. Уфа, 1981, 125—127.
- Жданов Д. А. Общая анатомия и физиология лимфатической системы. Л., 1952.
- Кононенко В. Я. Изменение обмена биогенных аминов в головном мозгу и других органах животных в ответ на некоторые гормональные и стрессовые воздействия. — В кн.: Стресс и его патогенетические механизмы. Кишинев, 1973, 272—274.
- Кульбаев И. С. Отличия действия гистамина и серотонина на регионарную лимфо- и гемодинамику. — Физиол. ж., 1981а, 67, 142—147.
- Кульбаев И. С. О механизмах изменения лимфотока под влиянием вазоактивных веществ. — Автореф. дис. канд. биол. н. Алма-Ата, 1981б.
- Курочкин В. И. Пропердиновая реакция крови и лимфы, плазмочитарная реакция лимфоидных органов на повреждение организма. — Автореф. дис. докт. мед. н. Казань, 1973.
- Курский М. Д., Бакшеев Н. С. Биохимические основы механизма действия серотонина. Киев, 1974.
- Лишманов Ю. Б. Активность пропердиновой системы и белковый состав лимфы и крови при некоторых экстремальных воздействиях. — Автореф. дис. канд. мед. н. Казань, 1977.
- Миннебаев М. М. Роль и функция лимфатической системы в патогенезе острого воспаления брюшины в эксперименте. — Автореф. дис. докт. мед. н. Казань, 1975.
- Науменко Е. В., Попова Н. К. Серотонин и мелатонин в регуляции эндокринной системы. Новосибирск, 1975.
- Орлов Р. С., Лобачева Т. А. Внутрисосудистое давление и спонтанные сокращения лимфатических сосудов. — Бюл. exper. биол. и мед., 1977, 83, 392—394.
- Потапов И. А. Очерки физиологии лимфообращения. Алма-Ата, 1977.
- Русняк И., Фёльди М., Сабо Д. Физиология и патология лимфообращения. Будапешт, 1957.
- Савицкий С. Ю. Изменение содержания норадреналина и серотонина и моноаминоксидазной активности в синапсах головного мозга при гипер- и гипотиреозе. — В кн.: Стресс и его патогенетические механизмы. Кишинев, 1973, 43—45.
- Слесарев В. О. Сравнительный анализ белкового состава сывороток до- и постузуловой лимфы и крови при ожогах и черепно-мозговой травме. — Автореф. дис. канд. мед. н. Казань, 1980.
- Стабровский Е. М. 5-окситриптамин (серотонин). — Науч. тр. Ленингр. гос. ин-та усоверш. врачей, 1971, 105, 78—98.
- Теззалу С. Серотонин и деятельность поджелудочной железы. Таллин, 1979.
- Хомазюк А. И. Гормоны в регуляции системного и регионарного кровообращения. — В кн.: Актуальные вопросы физиологии кровообращения. Симферополь, 1980, 159—162.
- Черноярова О. Д., Трубицына И. Е. Влияние серотонина на активность секреторных и лизосомальных ферментов в ткани поджелудочной железы и ингибирующую способность сыворотки крови. — Бюл. exper. биол. и мед., 1981, 92, 417—419.
- Юдаев Н. А., Протасова Т. Н. Механизмы действия гормонов. — Успехи сов. биол., 1972, 7, 118—142.
- Carter, R. D., Joyner, W. L., Renkin, E. M. Effects of histamine and some other substances on molecular selectivity of the capillary wall to plasma proteins and dextran. — Microvascular Res., 1974, 7, 31—48.
- Falck, B., Larson, B., Mecklenburg, C. V., Rosenberg, E., Svenaeus, K. On the presence of a second specific cell system in mammalian thyroid gland. — Acta physiol. scand., 1964, 62, 491—492.
- Földi, M., Csillik, B., Zoltán, T. Ö. Lymphatic drainage of the brain. — Experientia, 1968, 24, 1283—1287.
- Földi, M. Physiologie des Lymphgefäßsystems. — Angiologica, 1971, 8, 84—107.
- Haljamäe, H. Anatomy of the interstitial tissue. — Lymphology, 1978, 11, 128—132.
- Hall, J. G., Morris, B., Wolley, G. Intrinsic rhythmic propulsion of lymph in the unanesthetized sheep. — J. Physiol. (London), 1965, 180, 336—349.

- Hall, J. G. The flow of lymph. — *New England J. Med.*, 1969, 281, 720—722.
- Jaim-Etcheverry, G., Zieher, L. M. Cytochemical localisation of monoamine stores in sheep thyroid gland at the electron microscope level. — *Experientia*, 1968, 24, 593—595.
- Nicolaysen, G. Protein concentration in lymph. — *Lymphology*, 1978, 11, 143—146.
- Noer, I., Lassen, N. A. Evidence of active transport (filtration ?) of plasma proteins across the capillary walls in muscle and subcutis. — *Lymphology*, 1978, 11, 133—137.
- Paasonen, M. K. Release of 5-hydroxytryptamine from blood platelets by chlorpromazine (CPZ). — Second intern. pharmacol. meeting. *Biochem. pharmacol. conf. issue. Suppl.*, 1963, 12, 38.
- Renkin, E. M. Colloid osmotic pressure and body water distribution. — In: *Body Fluid Replacement in the Surgical Patient*. New York, 1970, 98—105.
- Shim, W. K. T., Pollack, E. L., Drapanas, T. Effect of serotonin, epinephrine, histamine and hexamethonium on thoracic duct lymph. — *Amer. J. Physiol.*, 1961, 201, 81—84.
- Tamarit, J., Pozuelo, V., Zumel, M. Serum serotonin levels in thyroid disease. — *Excerpta Medica*, 1972, 196.
- Yoffey, J. M., Courtice, F. C. *Lymphatics, Lymph and Lymphomyeloid Complex*. London, New York, 1970.
- Zizine, L. Action de la sérotonine sur l'activité thyroïdienne du rat. — *C. R. Soc. Biol.*, 1959, 153, 1156—1158.
- Melander, A. Amines and mouse thyroid activity: release of thyroid hormone by catecholamines and indolamines and its inhibition by adrenergic blocking drugs. — *Acta endocrinol.*, 1970, 65, 371—384.

Институт экспериментальной биологии
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию
19/1 1982

Heino AINSON, Eva AINSON

KILPNÄARME JA SEROTONIINI KOOSTÖÖMEHCHANISMIDEST VALKUDE TRANSKAPILLAARSE VAHETUSE INTENSIIVSUSE REGULEERIMISEL

Artikkel käsitleb triiodotüroniini (4 µg/kg) ja serotoniini (250 µg/kg) samaaegse manustamise toimet katseloomade (puhtatõulised 1,5-aastased jäärad) transkapillaarsele valguvahetusele ning lümfii moodustumise intensiivsusele.

Katseandmed näitavad, et stressitingimustes võivad nihked serotoniiniainevahetuses ja kilpnäärme funktsionaalses seisundis avaldada olulist mõju südame-veresoonkonna kohanemisreaktsioonidele. Seejuures etendavad organismi sisekeskkonna homöostaasi säilitamisel olulist osa kvantitatiivsed muutused vere- ja lümfikapillaaride läbilaskvuses, mille ulatus sõltub konkreetsest elundist või koest. Autorite arvates johtub tähendatud nihete adaptiivne või kompensatoorne iseloom suurel määral hälvete ulatusest serotoniiniainevahetuse taseme ja kilpnäärme funktsionaalse seisundi vahelises tasakaalus.

Heino AINSON, Eva AINSON

UBER DIE MECHANISMEN DER ZUSAMMENWIRKUNG DER SCHILDDRÜSE UND DES SEROTONINS BEIM REGELN DER INTENSITÄT DES TRANSKAPILLAREN PROTEINAUSTAUSCHES

Der vorliegende Artikel behandelt die durch die gleichzeitige Verabreichung des Serotonins (250 µg/kg) und Trijodthyronins (4 µg/kg) bewirkten Veränderungen im transkapillaren Austausch und in den Lymphbildungsprozessen.

Aus den Versuchsergebnissen ist zu ersehen, daß die Veränderungen im Serotoninmetabolismus und im funktionellen Zustand der Schilddrüse bei der Stressituation einen bedeutenden Einfluß auf die Anpassungsreaktionen des Kreislaufsystems haben. Die damit verbundenen organsabhängigen Veränderungen in der diffusion-filtrativen Transportkapazität und selektiven Permeabilität der Blutkapillaren, gleichfalls in der Resorptionsfähigkeit der Lymphkapillaren sind nach der Meinung der Verfasser für die Unterhaltung der Homöostase des inneren Milieus des Organismus von großer Bedeutung.