

10. *Маковская Е. И.* Патологическая анатомия отравлений ядохимикатами.— М.: Медицина, 1967.—348 с.
11. *Мухтарова Н. З.* Некоторые закономерности развития нейротоксического процесса, вызванного воздействием пестицидов // Гигиена применения, токсикология пестицидов и клиника отравлений.— 1973.— Вып. 10.— С. 355—366.
12. *Навакатилян А. О., Краснюк Е. П., Лысина Г. Г.* Профессиональная и производственно-обусловленная патология у работников сельского хозяйства // Гигиена и санитария.— 1980.— № 9.— С. 35—38.
13. *Навакатилян А. О., Лысина Г. Г., Россинская Л. Н.* Изменения функционального состояния внешнего дыхания и кровообращения в связи с условиями труда работников сельскохозяйственного производства // Врачеб. дело.— 1980.— № 9.— С. 109—112.
14. *Соболева Л. П.* Доклинические формы патологии сердечно-сосудистой системы у контактирующих с пестицидами // II Всесоюз. симпозиум по клинике, диагностике и лечению заболеваний хим. этиологии: Тез. докл.— Киев, 1977.— С. 33—34.

Всесоюз. ин-т гигиены и токсикологии
пестицидов, полимеров и пласт. масс
М-ва здравоохранения СССР, Киев

Поступила 18.03.86

УДК 612.332.72

Скорость всасывания компонентов полисубстратной смеси в кишечнике в зависимости от концентрации крахмала в энтеральной среде и степени его гидролиза

Ю. Н. Лященко, Е. Ю. Абрикосов, Н. Н. Лапинская, Т. В. Короткова

Факт влияния концентрации отдельных ингредиентов полисубстратных растворов на скорость их всасывания экспериментально установлен многочисленными исследованиями [2, 8, 9]. Однако исследования, проведенные за последние два-три года, указывают на то, что результаты модельных экспериментов существенно отличаются от результатов хронических, позволяющих оценить всасывание в условиях, приближенных к естественному пищеварению [3, 4].

Целью настоящей работы было исследование в хроническом эксперименте влияния изменения концентрации крахмала на скорость всасывания в тонкой кишке ингредиентов полисубстратной смеси, которая по концентрации основных компонентов соответствует химусу, сформированному гастродуоденальным отделом желудочно-кишечного тракта.

Методика

Опыты поставлены на шести предварительно оперированных собаках массой 13—15 кг. Длина изолируемого на время эксперимента участка тонкой кишки составляла 50 см [7]. Животных оперировали под гексеналовым наркозом из расчета 10 мл 1 %-ного раствора гексенала на 1 кг массы тела с премедикацией 2 %-ным раствором премедола (4 мг на 1 кг массы тела).

В качестве исследуемых использовали полисубстратный энтеральный раствор (ПЭР), по составу основных ингредиентов соответствующий химусу при стандартном оптимальном рационе (первый раствор) и ПЭР (второй и третий), отличающиеся содержанием крахмала (табл. 1). Во втором ПЭР крахмала содержалось в 3,0 раза больше, в третьем — такое же количество углеводов, как и во втором, однако крахмал был гидролизован нижеописанным способом.

В сосуд, содержащий 300 мл солевого раствора (натрия — 353 ммоль/л, калия — 46,6 ммоль/л, хлора — 333 ммоль/л), вносили 69,0 г кукурузного крахмала и 0,1 г панкреатина. Гидролиз проводили в термостате (37 °C в течение 15 мин). Затем ферменты панкреатина инактивировали нагреванием (100 °C в течение 1 ч). К полученному раствору гидролизата крахмала добавляли остальные составляющие ПЭР (см. табл. 1). Объем раствора доводили до 1 л дистиллированной водой. Углеводная часть

приготовленного полисубстратного раствора (в расчете на 1 л) содержала 4 г глюкозы; 6,0 г мальтозы; 29,5 г декстринов и 29,5 г негидролизованного крахмала. Анализ качественного состава и количественных соотношений углеводов в растворах производили методом жидкостной хроматографии с применением анализатора углеводов Биотроник LC-2000. Полисубстратные растворы в режиме аутоперфузии [5] повторно пропускали через временно изолированный участок тонкой кишки. При анализе полученных данных рассчитывали следующие показатели всасывания исследуемых компонентов полисубстратных растворов в тонкой кишке [6].

Таблица 1. Концентрация ингредиентов в исследуемых полисубстратных энтеральных растворах (ПЭР)

Ингредиент ПЭР	Исследуемый раствор		
	ПЭР, содержащий ингредиенты, соответствующие химусу (осмотичность 440 мосм/кг)	ПЭР, содержащий нативный крахмал увеличенной концентрации (осмотичность 440 мосм/кг)	ПЭР, содержащий гидролизат крахмала увеличенной концентрации (осмотичность 500 мосм/кг)
Натрий, ммоль/л	102,1	110,0	101,4
Калий, ммоль/л	13,8	13,8	14,0
Общий азот, г/л	3,7	4,2	3,7
Глюкоза, г/л	4,0	4,0	4,0
Мальтоза, г/л	—	—	6,0
Крахмал, г/л	21,0	65,0	29,5
Декстрины, г/л	—	—	29,5
Липиды, г/л	30,2	30,2	30,2

1. Концентрация компонентов ($C_{вх}$) и исходный объем ($V_{вх}$) вводимого раствора и концентрация компонентов ($C_{вых}$) и объем энтерального содержимого ($V_{вых}$), извлеченного из изолированной петли тонкой кишки после окончания опыта.

2. Скорость всасывания каждого из ингредиентов раствора по формуле

$$\frac{V_{вх} \cdot C_{вх} - V_{вых} \cdot C_{вых}}{t},$$

где t — время проведения опыта.

3. Коэффициент эвакуаторной активности, характеризующий скорость эвакуации содержимого в изолированном участке кишки, представляющий отношение объема раствора, поступившего в изолированный участок кишки, к объему раствора, всосавшегося в нем за время проведения опыта, по формуле

$$K_э = \frac{V_{вх}}{V_{вх} - V_{вых}},$$

где $V_{вх}$ и $V_{вых}$ — объемы поступившего в кишку и вышедшего из кишки раствора соответственно.

Концентрацию углеводов определяли по общему содержанию глюкозы глюкозооксидазным методом, общего азота — методом Кьельдаля, натрия и калия — методом пламенной фотометрии [5].

Поставленные задачи обусловили следующие опытные группы: 1-я — аутоперфузия ПЭР (10 опытов), 2-я — аутоперфузия ПЭР с увеличенным содержанием крахмала (11 опытов), 3-я — аутоперфузия ПЭР с гидролизованным крахмалом (14 опытов).

Результаты и их обсуждение

Трехкратное увеличение концентрации нативного крахмала в ПЭР достоверно ($P < 0,05$) снижает скорость всасывания раствора в целом на 37 %, общего азота — на 23 %, калия на 45 % и способствует проявлению тенденции к снижению скорости всасывания натрия по сравнению со скоростью всасывания этих компонентов из немодифицированного ПЭР (табл. 2). Скорость всасывания глюкозы, напротив, увеличивается, но не пропорционально росту концентрации крахмала: в то время как концентрация крахмала увеличивается в 3 раза, скорость всасывания глюкозы возрастает лишь в 1,6 раза.

Концентрация глюкозы в растворе, выходящем из кишечной петли, возрастает на 24 % (табл. 3), что указывает на отставание темпа вса-

сывания глюкозы от темпа всасывания воды. Очевидно, по этим же причинам в выходящем из петли растворе концентрация калия возрастает на 30 % ($P < 0,05$), а концентрация азота и натрия достоверно снижается на 19 и 34 % соответственно ($P < 0,05$). Это свидетельствует о том, что темп их всасывания опережает темп всасывания воды. На скорость эвакуации раствора (коэффициент эвакуации) изменение концентрации крахмала существенного влияния не оказывает.

Таблица 2. Влияние изменения концентрации крахмала в ПЭР на некоторые показатели всасывания тонкой кишки

Показатель	Немодифицированный ПЭР (10 опытов)	Модифицированный ПЭР	
		Добавление крахмала (11 опытов)	Добавление гидролизата крахмала (14 опытов)
Скорость всасывания:			
раствора в целом, мл/мин	$4,69 \pm 0,67$	$2,97 \pm 0,46^*$	$7,18 \pm 0,89^*$
ингредиентов, входящих, в раствор:			
азота общего, мг/мин	$17,80 \pm 2,58$	$13,80 \pm 2,23^*$	$30,10 \pm 3,83^{**}$
глюкозы, мг/мин	$114,90 \pm 14,52$	$167,20 \pm 20,00$	$549,00 \pm 57,61^{**}$
натрия, мкмоль/мин	$608,10 \pm 73,90$	$544,80 \pm 65,10$	$832,60 \pm 99,30^*$
калия, мкмоль/мин	$85,10 \pm 7,90$	$46,80 \pm 6,07^*$	$81,20 \pm 13,00$
Коэффициент эвакуации	$3,36 \pm 0,32$	$3,33 \pm 0,47$	$3,05 \pm 0,25$

* $P < 0,05$, ** $P < 0,01$ — достоверность различий между значениями показателей всасывания немодифицированного и модифицированного растворов.

Таблица 3. Концентрация ингредиентов полисубстратных энтеральных растворов (ПЭР), вводимых в изолированную петлю тонкой кишки и вышедших из нее

Ингредиент	ПЭР		ПЭР с добавлением нативного крахмала		ПЭР с добавлением гидролизата крахмала	
	вводимый	вышедший	вводимый	вышедший	вводимый	вышедший
Азот (общий), г/л	$3,7 \pm 0,2$	$4,2 \pm 0,3$	$4,2 \pm 0,2$	$3,4 \pm 0,3^*$	$3,7 \pm 0,2$	$3,6 \pm 0,6$
Углеводы (по содержанию глюкозы), ммоль/л	$138,8 \pm 0,5$	$120,6 \pm 3,9$	$382,9 \pm 2,3$	$474,7 \pm 2,0^*$	$382,9 \pm 4,9$	$240,8 \pm 4,5^*$
Натрий, ммоль/л	$102,1 \pm 6,1$	$76,7 \pm 5,5^*$	$110,0 \pm 4,9$	$71,9 \pm 9,2^*$	$101,4 \pm 7,2$	$88,1 \pm 5,1^*$
Калий, ммоль/л	$13,8 \pm 1,1$	$16,6 \pm 2,3$	$13,8 \pm 0,8$	$18,0 \pm 1,5^*$	$13,5 \pm 0,4$	$16,1 \pm 0,7^*$

* $P < 0,05$ — достоверность различий между концентрацией ингредиента во вводимом растворе и его концентрацией в вышедшем растворе.

При исследовании всасывания полисубстратного раствора, содержащего гидролизат крахмала, установлено, что по сравнению с ПЭР скорость всасывания раствора в целом возрастает на 53 % ($P < 0,05$), скорость всасывания глюкозы увеличивается в 4,8 раза ($P < 0,01$), азота и натрия — в 1,7 и 1,4 раза соответственно ($P < 0,01$). Скорость всасывания калия не изменяется. Факт неизменности концентрации общего азота в исходном растворе и растворе, полученном после опыта, свидетельствует о том, что скорость его всасывания пропорциональна скорости всасывания воды (см. табл. 3). Снижение концентрации глюкозы и натрия указывает на более высокий темп их всасывания по сравнению с темпом всасывания воды. Концентрация калия достоверно ($P < 0,05$) увеличилась на 19,2 % в растворе, вытекающем из кишечной петли, по сравнению с исходным раствором, что свидетельствует о том, что темп его всасывания отстает от темпа всасывания воды.

Таким образом, в результате проведенных экспериментов показано, что при направленном увеличении концентрации крахмала в полусуб-

стратном растворе, вводимом в тонкую кишку, обязательным условием увеличения скорости всасывания глюкозы является интенсивность ферментативного гидролиза крахмала. В нашем эксперименте, исключавшем поступление в полость кишки соков главных пищеварительных желез, гидролиз достигали предварительным воздействием панкреатинном на крахмал в подобном по составу химусу растворе, в котором концентрация крахмала увеличена в 3 раза. Этот факт свидетельствует о существенной роли полостного гидролиза углеводов панкреатическими ферментами для обеспечения процессов транспорта глюкозы.

Обнаружено также четкое влияние изменений концентрации крахмала на скорость всасывания других компонентов полисубстратного раствора. В то время, как трехкратное увеличение концентрации нативного крахмала приводит к достоверному уменьшению скорости всасывания общего азота, калия и раствора в целом и лишь к незначительному (в 1,6 раза) усилению всасывания глюкозы, при использовании полисубстратного раствора с добавлением гидролизата крахмала (утроенное количество) значительно увеличивается скорость всасывания глюкозы, общего азота, натрия и раствора в целом.

Обнаруженные факты могут послужить отправным моментом для создания внутрикишечно вводимых смесей направленного действия [1]. В случае необходимости зондового питания больных с острой почечной недостаточностью, когда требуется ограничение не только количества, но и темпа поступления белка и калия, по-видимому, одним из возможных путей введения питательных веществ является использование полисубстратных растворов, содержащих полимерные соединения углеводов. Если при острых хирургических заболеваниях органов желудочно-кишечного тракта требуется усиление направленного потока нутриентов, вводимых непосредственно в тонкую кишку (например, после операции на желудке, при кишечных свищах), углеводная составляющая наряду с мономерами и полимерами должна быть представлена олигомерами и низкомолекулярными декстринами.

RATE OF POLYSUBSTRATE MIXTURE COMPONENTS ABSORPTION IN INTESTINE DEPENDING ON THE STARCH CONCENTRATION IN THE ENTERAL MEDIUM AND HYDROLYSIS LEVEL

Yu. N. Lyashchenko, E. Yu. Abrikosov, N. N. Lapinskaya, T. V. Korotkova

The rate of absorption of polysubstrate enteral solution which imitates chyme and its components as dependent on the concentration of the carbohydrate component presented by starch has been studied in chronic experiments on polyfistulous dogs with temporary isolated sites of small intestine. It is found that an increase of the starch concentration in the polysubstrate mixture decreases the rate of absorption of total nitrogen, potassium and the solution as a whole, while application of hydrolyzed starch intensifies the rate of absorption of total nitrogen, sodium and solution as a whole. The rate of glucose absorption from polysubstrate solutions is not proportional to an increase of the native starch concentration. The results obtained can underlie the creation of nutrient mixtures specially intended for intrainstestinal administration and aimed to be used for different pathologies.

N. V. Sklifasovsky Institute of Ambulance, Moscow

1. Баклыкова Н. М. Адекватные смеси для энтерального зондового питания // Сб. науч. тр. НИИ СП им. Н. В. Склифосовского. — 1981. — 44. — С. 94—97.
2. Баклыкова Н. М. О полисубстратных влияниях компонентов питательных смесей при энтеральном зондовом питании // Там же. — 1982. — 49. — С. 28—45.
3. Волошенюк М. И., Груздков А. А., Зарипов Б. З. и др. Ревизия некоторых взглядов на пищеварительно-транспортные процессы в тонкой кишке на основе сопоставления хронических и острых экспериментов, а также их математического моделирования: Тез. докл. 14 Всесоюз. конф. по физиологии пищеварения и всасывания, Тернополь — Львов, 1986. — Львов, 1986. — С. 77—78.
4. Гальперин Ю. М. Организация процесса снабжения организма нутриентами в периоде активного пищеварения // Физиол. журн. СССР. — 1985. — 71, № 2. — С. 182—194.

5. Гальперин Ю. М., Попова Т. С., Баклыкова Н. М., Короткова Т. В. Методы определения функционального состояния тонкой кишки для установления показаний к энтеральному питанию // Экспериментальное обоснование современных методов хирургического лечения язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки.— М., 1978.— С. 42—47.
6. Гальперин Ю. М., Попова Т. С., Баклыкова Н. М. Разработка методов определения состояния функций тонкой кишки и адекватных смесей для энтерального зондового питания у хирургических больных // Мед. реф. журн.— 1980.— Разд. IV, № 1316.— С. 395.
7. Комаров Б. Д., Гальперин Ю. М., Баклыкова Н. М., Попова Т. С. и др. Физиологические аспекты энтерального зондового питания // Сб. науч. тр. НИИ СП им. Н. В. Склифосовского.— 1976.— 24.— С. 3—16.
8. Уголев А. М. Мембранное пищеварение.— Л.: Наука, 1972.— 358 с.
9. Файтельберг Р. О. Закономерности всасывательной деятельности желудочно-кишечного тракта.

Науч.-исслед. ин-т скорой помощи
им. Н. В. Склифосовского
М-ва здравоохранения РСФСР, Москва

Поступила 25.08.86

УДК 612.55:614.895.3

Оценка теплового состояния организма человека под водой при разной степени защиты от холода

В. А. Козак, В. Н. Ильин, В. А. Крамаренко, В. Я. Фридлянский,
А. П. Бондаренко, Т. Ф. Гриценко

При водолазных погружениях существенное значение имеет нарушение теплового баланса организма человека, связанное с высокой теплопроводностью воды: холодное воздействие водной среды уменьшает время пребывания человека под водой, ухудшает его физическую и умственную работоспособность, нарушает характер и особенности метаболизма, извращает восприятие температуры [3, 4, 9, 10, 16], что может привести к глубокому переохлаждению организма [7, 7, 14], а в ряде случаев к трагическим последствиям [15, 16]. Для предупреждения переохлаждения и создания защитного снаряжения необходимы методы объективной оценки и прогноза теплового состояния организма человека под водой в условиях различной температуры и давления (глубины погружения) [2].

Существующие методы основаны либо на субъективном восприятии человеком тепла, в частности восприятии под водой, которое в таком случае не всегда является адекватным [9], либо на теоретических расчетах математических и физических моделей [13, 16], в которых, несмотря на их сложность, невозможно учесть многообразие факторов окружающей среды и индивидуальные особенности организма человека. Прямые методы оценки теплового состояния организма человека под водой основаны на измерении поверхностной кожной и внутренней, в частности ректальной, температур тела человека, а также измерении его тепловых потерь [3, 5]. Однако данных об изменении температуры тела водолаза под водой при разной теплозащите в литературе недостаточно.

В данной работе ставились следующие задачи: 1-я — определить изменения температуры кожи в различных участках тела человека под водой при разной теплозащите, а также связь этих изменений температуры со «средневзвешенной» температурой (СВТ) кожи; 2-я — на основании полученных результатов найти метод быстрой и относительно простой оценки теплового состояния организма человека под водой.

Методика

Исследования проводили в натуральных условиях. Водолазы (7 человек) в гидрокостюмах (ГК) «мокрого типа» и различной меры теплозащиты в состоянии покоя погружались в море на глубину до 15 м при температуре воды +20 °С. Использовали следующие