

Процеси всмоктування в тонкому кишечнику під час руху тварини

М. П. Станець

Лабораторія фізіології травлення Інституту фізіології ім. О. О. Богомольця
Академії наук УРСР, Київ

Питання про вплив м'язової діяльності на всмоктування в травному апараті висвітлене ще недостатньо.

Процеси всмоктування в травному апараті людини і тварин при м'язовій роботі досліджували Спиринг, Сокановський, Леві, Шейнерт та ін., які спостерігали збільшення всмоктування азотистих речовин, різних ліків і глюкози в шлунку. З сучасних праць привертає увагу дослідження Н. М. Клімова, який вивчав всмоктування в ізольованій за Тірі тонкій кишці коня.

Він вивчав м'язову діяльність тварини в умовах перебування її протягом однієї години в упряжці з навантаженням у 100 кг. Було встановлено, що така м'язова діяльність сприяла підвищенню всмоктування глюкози, а на всмоктування глікоколу і хлористого натрію впливала негативно. Збільшення м'язового навантаження до бігу рясно протягом 35 хв. викликало підвищення всмоктування глюкози вдвоє у порівнянні з її всмоктуванням в стані спокою.

Всмоктування глікоколу зменшувалось під час роботи, а після неї залишалося без змін, або збільшувалось до вихідного рівня.

Наше завдання полягало у вивченні процесу всмоктування в тонкому кишечнику лише під час руху тварини без будь-якого додаткового навантаження.

Методика досліджень

Досліди провадились на п'яти собаках різного віку з ізольованою за Тірі—Велла петлею тонкої кишки. Тварин досліджували через 18—20 год. після останньої годівлі. Водю собаки були забезпечені без обмеження.

Перед початком досліду у фістульні трубки вставляли дренаж, який щільно закривав отвір фістульної трубки. Для того, щоб введення у кишку розчину там залишався, просвіт дренажу закривали скляною пробкою. Дренаж, вставлений в оральний отвір, виступав над трубкою у порожнині кишки на 2 см і служив механічним подразником для слизової оболонки кишки. Для досліджень використовували 5%-ний розчин глюкози, 0,1-н. розчин глікоколу і 0,1-н. розчин лейцину. Досліджувану рідину вводили на 15 хв. шприцом в ізольований відрізок кишки в кількості 25 і 50 мл. Температура розчину становила 38°C; вимірювали її безпосередньо в шприці перед вливанням в кишку. Перебіг процесу всмоктування вивчали протягом 30 хв., тобто за два введення. Глюкозу визначали за Хагедорн—Іенсеном, а аміноазот за Фолінім.

Оскільки в кишечнику одночасно відбуваються процеси всмоктування і секреції, для більш точного визначення об'єму всмоктування розчину необхідно було враховувати кількість кишкового соку, виділеного залозами за певний відрізок часу. В зв'язку з цим перед нами виникло завдання встановити кількість кишкового соку, що виділявся за 30 хв. Для цього ми користувалися способом Л. П. Панкової, а саме: в 1 мл кишкового соку і випущеної з кишки рідини визначали лужність шляхом титру-

вання 0,01-н. НСІ при наявності диметиламідозобензолу. За лужністю визначали кількість кишкового соку в кожній порції рідини, випущеної з відрізка кишки. Різницю між кількістю залишку і кишкового соку становила кількість невсмоктаного розчину. Віднімаючи від об'єму введенного розчину кількість невсмоктаного розчину, визначали фактичну величину розчину, що всмоктався за 30 хв.

Процес всмоктування в тонкому кишечнику спочатку вивчали при спокійному стоянні тварини, а пізніше під час руху в третбані з різною швидкістю.

Результати досліджень

Досліди з всмоктуванням глюкози під час руху тварини з швидкістю 3 км/год були проведені в такому порядку. Спочатку протягом 90 хв. через кожні 30 хв. збирали кишковий сік, що виділявся на механічний подразник (дренаж). Після цього протягом 90 хв. досліджували процес всмоктування глюкози і, нарешті, за наступні 90 хв. збирали з відрізка кишки суміш, яка складалася з кишкового соку і незначної кількості досліджуваної рідини.

Проведені досліди дали можливість встановити різницю в процесі всмоктування при спокійному стоянні та під час руху тварин. Від досліду до досліду значних коливань в процесі всмоктування не спостерігалось.

В табл. 1—4 наведені середні дані за 6—7 дослідів.

З табл. 1 видно, що у собаки Шарика під час руху з швидкістю 3 км/год в порівнянні з дослідом в умовах стояння секреція кишкового соку збільшилася, процес всмоктування води і глюкози також відбувався інтенсивніше. Так, за весь час досліду з введенного розчину у відрізок кишки при стоянні всмоктувалося 34% води, а під час руху — 41,01%. Всмоктування глюкози при стоянні становило 33,1%, причому найменша кількість глюкози всмокталася за перші 30 хв. досліду. Під час руху всмоктування глюкози збільшилось до 36,2%, але найбільш інтенсивне всмоктування припало на перші і другі 30 хв. досліду.

У собаки Жучка секреція кишкового соку під час руху незначно зменшилась. В умовах стояння у цієї тварини всмоктування води було більшим у другі і треті 30 хв. досліду, а за весь час досліду воно становило 50%. Під час руху всмоктування води збільшилось, особливо за перші і треті 30 хв., а в цілому за період досліду досягало 51%. Всмоктування глюкози під час руху було більш рівномірним і посиленним: якщо в умовах стояння глюкози всмоктувалося загалом 55,8%, то під час руху — 67,9%. З наведених даних видно, що під час руху з швидкістю 3 км/год процес всмоктування води і глюкози відбувається значно інтенсивніше, ніж при спокійному стоянні тварини.

В раніше опублікованій нашій роботі було повідомлено, що голодна моторна періодична діяльність шлунка собак особливо змінюється під час руху більшої інтенсивності, а саме з швидкістю 8 км/год. Тому ми вирішили провести серію дослідів, щоб з'ясувати, як же змінюватиметься процес всмоктування під час руху з швидкістю 8 км/год. В зв'язку з цим постановка досліду була змінена: тривалість руху становила тільки 90 хв., з яких протягом 30 хв. збирали кишковий сік, а потім чотири рази вводили у відрізок кишки розчин глюкози.

В дослідях цієї серії були використані собаки Жучок і Джек.

З табл. 2 видно, що під час руху з швидкістю 8 км/год всмоктування води у обох тварин підвищилось у порівнянні з контролем. Щодо всмоктування глюкози були одержані протилежні результати. У собаки Жучка за перші і другі 30 хв. досліду всмоктування глюкози зменшилось. У Джека за перші 30 хв. воно збільшилось, а за другі — зменшилось. В цілому за весь період досліду всмоктування глюкози збільшилось на 3,9%.

Таблиця 1

Всмоктування 5%-ного розчину глюкози при стоянні і під час руху тварини

Кличка собаки	Складові частини розчину	За перші півгодини				За другі півгодини				За треті півгодини				Всього				% всмоктування				
		введено				введено				введено				введено								
		всього рідини		всіткло з киш-ки		всього рідини		всіткло з киш-ки		всього рідини		всіткло з киш-ки		всього рідини		всіткло з киш-ки						
		соку	в тому числі	розчину	всмокталося	соку	в тому числі	розчину	всмокталося	соку	в тому числі	розчину	всмокталося	соку	в тому числі	розчину	всмокталося					
При стоянні																						
Шарик	вода в мл	100	71,3	16,22	55,08	45,92	100	94,0	19,6	74,4	25,6	100	86,3	18,75	67,55	32,45	300	251,6	54,57	197,03	102,97	34
	глюкоза в мг	5000	—	—	—	1171,5	5000	—	—	—	1876,1	500	—	—	—	—	1927,1	15000	—	—	—	4974,2
Жучок	вода в мл	50	25,5	6,14	19,36	30,64	50	35,4	7,9	27,5	22,5	50	37,5	9,49	28,01	21,99	150	98,4	25,52	74,48	75,0	50
	глюкоза в мг	2500	—	—	—	1795,8	2500	—	—	—	1367,6	2500	—	—	—	—	1024,5	7500	—	—	—	4187,9
Під час руху з швидкістю 3 км/год																						
Шарик	вода в мл	100	63,7	17,47	46,23	53,77	100	78,8	23,7	55,1	44,9	100	80,1	24,9	55,2	44,8	300	242,6	66,07	176,53	123,47	41,01
	глюкоза в мг	5000	—	—	—	1843,7	5000	—	—	—	2051,3	5000	—	—	—	—	1542,1	15000	—	—	—	5436,9
Жучок	вода в мл	50	29,2	5,33	23,87	26,13	50	35,4	8,5	26,9	23,1	50	29,8	6,99	22,81	27,19	150	94,4	21,02	73,38	76,62	51,0
	глюкоза в мг	2500	—	—	—	1706,4	2500	—	—	—	1649,7	2500	—	—	—	—	1771,0	7500	—	—	—	5097,1

Отже, протилежність одержаних даних у цій серії дослідів, нам здається, можна пояснити різним віком тварин і різними їх індивідуальними особливостями (Джеку 1,5 р., Жучку — 5 р.). За даними Тітаєва в ізольованій петлі тонкої кишки за 15 хв. з 5,4%-ного розчину глюкози у дорослих собак всмоктується 49%, а у щенят — 78% глюкози. Не можна в даному випадку обминути загальновідомий факт, що проникність тканин у дорослих і молодих організмів різна. Нарешті, нема підстав нехтувати припущенням, що під час руху з швидкістю 8 км/год у тварин могла розвинути втома.

Враховуючи всі ці міркування, ми вирішили з'ясувати як же змінюватиметься процес всмоктування глюкози під час руху з швидкістю 8 км/год при чергуванні 15-хвилинного руху з 15-хвилинним стоянням.

Виявилось (табл. 2), що у собаки Джека під час такого руху в порівнянні з дослідом в умовах стояння значно підвищилось всмоктування води і глюкози. Якщо при стоянні тварини всмоктування глюкози за 1 год. становило 59,9%, то під час чергування руху із стоянням ця величина значно збільшилась і досягла 97,6%.

Для вивчення процесів всмоктування амінокислот були проведені досліди на трьох собаках. В табл. 3 і 4 наведені середні дані, які характеризують процес всмоктування води й амінокислот в умовах стояння і під час руху з різною швидкістю. З цих таблиць видно, що секреція кишкового соку на 0,1-н. розчин глікоколу і лейцину в міру збільшення швидкості руху пригнічувалась.

З табл. 3 видно, що всмоктування 0,1-н. розчину глікоколу з петлі кишки відбувається посилено. У собаки Кукліка при стоянні всмоктувалось від 45,0 до 48,26 мл води, що загалом становило 92,9%. Під час руху з швидкістю 3 км/год всмоктування води збільшилось до 95,6% і відбувалось в межах від 46,55 до 48,5 мл. При збільшенні швидкості руху до 8 км/год всмоктування стало ще більшим — 96,3%. Аналогічна картина спостерігалася у другого собаки Джека, а саме: при стоянні всмоктування дорівнювало 88,8%, під час руху з швидкістю 3 км/год — 93,2% і при швидкості руху 8 км/год досягло 97%.

Як видно з цієї таблиці, всмоктування глікоколу відбувається досить інтенсивно. За час досліду у Кукліка з введеної кількості глікоколу в умовах стояння всмоктуалось 94,5%, у Джека — 95,6%. Під час руху з швидкістю 3 км/год всмоктування зменшилось до 90,5% у Кукліка і до 93,2% у Джека, причому як і при стоянні, так і під час руху з швидкістю 3 км/год всмоктування глікоколу було найбільш інтенсивним в останні 30 хв. досліду. При збільшенні швидкості руху всмоктування глікоколу у Кукліка у порівнянні з контролем і рухом з швидкістю 3 км/год майже не змінилось; у Джека ж, навпаки, всмоктування в цих умовах збільшилось проти контрольних даних і під час руху з швидкістю 3 км/год.

З табл. 4 видно, що всмоктування води з 0,1-н. розчину лейцину відбувається по-різному. У собаки Кукліка в умовах стояння всмоктуалось 89,9% води, в Уголька — 77,5%. Під час руху з швидкістю 3 км/год у першого собаки всмоктування зменшилось, у другого збільшилось, а під час руху з швидкістю 8 км/год у Кукліка не змінилось, а в Уголька зменшилось у порівнянні з даними під час руху з швидкістю 3 км/год.

Процес всмоктування самого лейцину з розчину відбувається також неоднаково. При стоянні у Кукліка за окремі півгодини досліду всмоктуалось від 60,85 до 63,28 мг азоту, а разом за дослід 89%; у Уголька — від 61,35 до 64,9 мг, а всього 88,68%. Під час руху з швидкістю

Всмоктування 0,1-н. розчину глюкозу при стоянні і під час руху тварини

Кличка собаки	Складові частини розчину	За перші півгодини				За другі півгодини				За треті півгодини				За четверті півгодини				% всмоктування
		введено	всього рідини	витікло з кишки		введено	всього рідини	витікло з кишки		введено	всього рідини	витікло з кишки		введено	всього рідини	витікло з кишки		
				в тому числі	роз- чину			в тому числі	роз- чину			в тому числі	роз- чину			в тому числі	роз- чину	

При стоянні

Куклік	вода в мл	50	8,7	6,96	1,74	48,26	50	12,75	8,85	3,90	46,1	50	13,6	8,66	5,0	45,0	50	11,3	7,86	3,44	46,56	92,9
	азот в мг	70	—	—	—	65,67	70	—	—	—	65,58	70	—	—	—	66,17	70	—	—	—	66,65	94,5
Джек	вода в мл	50	15,3	9,16	6,14	43,86	50	14,3	8,55	5,75	44,25	50	13,8	8,46	5,34	44,66	50	11,2	6,0	5,2	44,8	88,8
	азот в мг	70	—	—	—	66,79	70	—	—	—	64,07	70	—	—	—	67,45	70	—	—	—	69,42	95,6

Під час руху з швидкістю 3 км/год

Куклік	вода в мл	50	6,5	5,0	1,5	48,5	50	10,2	6,75	3,45	46,55	50	6,1	3,88	2,22	47,78	50	4,4	2,78	1,62	48,38	95,6
	азот в мг	70	—	—	—	54,70	70	—	—	—	64,20	70	—	—	—	66,62	70	—	—	—	67,89	90,5
Джек	вода в мл	50	9,5	4,49	5,0	45,0	50	8,1	4,26	3,84	46,16	50	5,1	2,57	2,53	47,47	50	4,7	2,37	2,33	47,67	93,2
	азот в мг	70	—	—	—	63,62	70	—	—	—	66,15	70	—	—	—	66,69	70	—	—	—	69,31	94,9

Під час руху з швидкістю 8 км/год

Куклік	вода в мл	50	5,4	3,43	2,97	47,03	50	5,9	4,24	1,66	48,34	50	6,57	4,65	1,92	48,08	50	4,2	2,74	1,47	48,53	96,3
	азот в мг	70	—	—	—	66,43	70	—	—	—	66,73	70	—	—	—	65,82	70	—	—	—	67,71	95,1
Джек	вода в мл	50	4,5	3,46	1,04	48,96	50	6,7	4,26	2,40	47,60	50	2,0	1,04	0,96	49,04	50	4,0	2,65	1,35	48,65	97,0
	азот в мг	70	—	—	—	68,15	70	—	—	—	65,75	70	—	—	—	68,81	70	—	—	—	68,85	97,7

Таблиця 4

Всмоктування 0,1-н. розчину лейцину при стоянні і під час руху тварини

Кличка собаки	Складові частини розчину	За перші півгодини				За другі півгодини				За треті півгодини				За четверті півгодини				% всмоктування
		введено		всього рідини		введено		всього рідини		введено		всього рідини		введено		всього рідини		
		витікло з кишки		в тому числі		витікло з кишки		в тому числі		витікло з кишки		в тому числі		витікло з кишки		в тому числі		
		соку		роз- чину		соку		роз- чину		соку		роз- чину		соку		роз- чину		
		всмокталося		всмокталося		всмокталося		всмокталося		всмокталося		всмокталося		всмокталося		всмокталося		

При стоянні

Куклік	вода в мл	50	10,8	7,34	3,46	46,54	50	14,5	9,0	5,5	44,50	50	15,3	8,89	6,41	43,59	50	12,0	7,36	4,64	45,36	89,9
	азот в мг	70	—	—	—	62,41	70	—	—	—	60,85	70	—	—	—	62,32	70	—	—	—	63,28	89,0
Угольок	вода в мл	50	19,75	9,75	10,0	40,0	50	20,0	8,93	11,07	38,93	50	19,75	8,81	10,94	39,06	50	20,75	7,86	12,89	37,11	77,5
	азот в мг	70	—	—	—	61,35	70	—	—	—	61,48	70	—	—	—	61,57	70	—	—	—	64,90	88,68

Під час руху з швидкістю 3 км/год

Куклік	вода в мл	50	16,8	1,15	15,65	34,35	50	13,8	8,41	5,39	44,61	50	13,0	7,0	6,0	44,0	50	15,2	8,68	6,52	43,48	83,2
	азот в мг	70	—	—	—	63,81	70	—	—	—	63,58	70	—	—	—	63,41	70	—	—	—	62,0	92,7
Угольок	вода в мл	50	13,5	8,38	5,12	44,88	50	19,5	11,6	7,9	42,10	50	11,25	5,95	5,3	44,7	50	18,25	8,07	10,18	39,82	85,7
	азот в мг	70	—	—	—	64,16	70	—	—	—	57,22	70	—	—	—	65,77	70	—	—	—	62,01	89,2

Під час руху з швидкістю 8 км/год

Куклік	вода в мл	50	13,7	6,85	6,85	43,15	50	7,5	3,59	3,91	46,09	50	7,7	3,08	4,62	45,38	50	8,5	3,91	4,59	45,41	90,0
	азот в мг	70	—	—	—	61,97	70	—	—	—	58,10	70	—	—	—	65,61	70	—	—	—	64,58	91,3
Угольок	вода в мл	50	12,7	8,24	4,46	45,54	50	17,0	9,77	7,23	42,77	50	15,3	7,92	7,38	42,62	50	18,0	7,91	10,09	39,01	84,9
	азот в мг	70	—	—	—	61,97	70	—	—	—	58,10	70	—	—	—	58,14	70	—	—	—	60,35	85,2

3 км/год всмоктування лейцину збільшилось у Кукліка з 62 до 63,81 мг, а всього всмокталось 92,7%. У Уголька всмокталось від 57,92 до 65,77 мг, а разом це становило 89,2%.

Під час більш інтенсивного руху у Кукліка всмоктування збільшилось до 91,3%. У Уголька, навпаки, всмоктування лейцину загальмувалось.

Отже, як показали наші досліди, всмоктування 0,1-н. розчинів амінокислот залежно від швидкості руху змінюється в напрямі як посилення, так і ослаблення. Слід також відзначити досить інтенсивне всмоктування води й амінокислот з 0,1-н. розчинів в умовах стояння і під час руху тварини.

Таким чином, ураховуючи результати дослідів, можна зробити висновок, що всмоктування глюкози в тонкому кишечнику під час руху тварини посилюється. З порівняння даних про всмоктування глікоколу і лейцину випливає, що під час руху всмоктування цих речовин зазнає незначних змін в напрямі як підвищення, так і зниження.

Наші дані про всмоктування глюкози й амінокислот у собак збігаються з даними Клімова, одержаними в дослідях на конях.

Можливо, що збільшення всмоктування глюкози пов'язане з посиленням її витрачанням як енергетичної речовини під час руху тварини. Різниця у всмоктуванні глюкози й амінокислот, мабуть, зумовлена різною хімічною структурою цих речовин.

ЛИТЕРАТУРА

Климов Н. М., Влияние мышечной работы на кишечное всасывание у лошадей. Дисс., 1939.

Панкова Л. П., Влияние пищеварительных соков на всасывание водно-солевых растворов на секрецию кишечного сока, Труды III Узб. конфер. физиол., биохим. и фармакол., 1951.

Шейнерт, Леви, цит. по Файтельбергу, Физиол. журн. СССР, т. 30, 1941.

Сокановский П. М., К вопросу о влиянии покоя и движения на скорость всасывания некоторых лекарственных веществ из желудка у здоровых людей, 1895.

Станец М. П., Секреторна функція тонкого кишечника в період всмоктування під час руху, Физиол. журн. АН УРСР, т. VI, № 1, 1960.

Станец М. П., Тезисы докладов на научном совещании по физиологии и патологии пищеварения, посвященном 70-летию со дня рождения И. П. Разенкова, 1958.

Титов А. А., Возрастные особенности всасывания углеводов и пептона, Бюлл. экспер. биол. и мед., т. IX, в. 4, 1940.

Надійшла до редакції
13. IV 1960 р.

Процессы всасывания в тонком кишечнике во время движения животного

М. П. Станец

Лаборатория физиологии пищеварения Института физиологии им. А. А. Богомольца Академии наук УССР, Киев

Резюме

В работе излагаются результаты изучения процесса всасывания глюкозы и аминокислот во время движения животного в третбане с различной скоростью.

Опыты проводились на собаках с изолированной петлей тонкой кишки по Тири — Велла.

Установлено, что во время движения животного со скоростью 3 км/час всасывание воды и глюкозы усиливается. При увеличении скорости движения до 8 км/час всасывание воды также увеличивается,

а глюкозы у одних животных повышается, у других незначительно уменьшается. При чередовании 15-минутного движения со скоростью 8 км/час с 15-минутным стоянием животного всасывание глюкозы еще более усиливается. Так, если при стоянии животного всасывание глюкозы составляло 59,9%, то при чередовании движения со стоянием всасывание достигало 97,6%. Секреция кишечного сока в отрезке кишки в период всасывания 5%-ного раствора глюкозы во время движения увеличивается.

В период всасывания в отрезке кишки 0,1-н. раствора гликокола или 0,1-н. раствора лейцина секреторная деятельность по мере увеличения скорости движения животного понижается.

Всасывание воды из 0,1-н. раствора гликокола во время движения животного в меру усиления интенсивности движения повышается. Всасывание воды из 0,1-н. раствора лейцина во время движения с различной скоростью уменьшается.

Процесс всасывания аминокислот во время движения не подвергается четко выраженным изменениям, однако при движении со скоростью 3 км/час всасывание гликокола уменьшается, а лейцина увеличивается. При увеличении скорости движения до 8 км/час всасывание гликокола не изменяется или увеличивается, лейцина увеличивается или тормозится.

Таким образом, всасывание глюкозы в тонком кишечнике во время движения животного повышается. Всасывание аминокислот претерпевает изменения в сторону как увеличения, так и уменьшения. Однако, увеличение всасывания глюкозы связано с усиленным ее использованием как энергетического вещества во время движения животного. Разница в процессе всасывания глюкозы и аминокислот, по-видимому, обусловлена различной химической структурой этих веществ.

Process of Absorption in the Small Intestine during Locomotion of the Animal

M. P. Stanets

Laboratory of the Physiology of Digestion of the A. A. Bogomoletz Institute of Physiology of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, Kiev

Summary

The author studied the process of glucose and amino acid absorption in the small intestine during locomotion of the animal on a treadmill at rates of 3 and 8 km per hour. The experiments were conducted on dogs with isolated intestinal loops by the Thiry-Vella method. The absorption of water and glucose was found to increase during locomotion at various rates. The absorption of water from a 0.1 N glucose solution increased with a rise in the rate of motion, while water absorption from a 0.1 N leucin solution decreased. There were no pronounced changes in amino-acid absorption; however, glycolol absorption decreased during locomotion at a rate of 3 km per hour, and increased when the rate of locomotion was 8 km per hour. Leucin absorption increased with different rates of motion in most cases.

Intestinal juice secretion increased in response to glucose solution and decreased in response to amino-acid solution. The difference in the process of absorption of glucose and amino-acid is apparently due to the difference in the chemical structure of these substances, as well as the difference in their significance for the organism.