

УДК 612.331/333:612.386:656.051.442

ЗМІНА ВСМОКТУВАЛЬНОЇ І СЕКРЕТОРНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ КИШЕЧНИКА ПІД ВПЛИВОМ ПРЯМОЛІНІЙНИХ ПРИСКОРЕНЬ

Р. О. Файтельберг, Ю. Ф. Удалов, Л. І. Сьомик, Г. В. Гладкий

Кафедра фізіології людини і тварин Одеського університету

Останнім часом велика увага приділяється вивченню впливу на різні функції організму прямолінійних, кутових та інших прискорень, визначаються межі переносимості, сенсорні і вегетативні реакції, які виникають під їх впливом. Розробляються методи підвищення стійкості до закачування для забезпечення нормального функціонування організму в польотах [1, 4, 9].

Незважаючи на численні праці в цьому напрямку, в літературі мало відомостей про вплив прискорення на органи травлення та обмін речовин. На собаках з ізольованим шлуночком за Гейденгайном було встановлено, що вплив прискорень величиною 3—8 g приводить до дальшого гальмування шлункової секреції [3, 9], посилюється активність амілази, ентерокинази і лужної фосфатази [10]. В ряді праць досліджували моторну діяльність шлунка при закачуванні [8, 11]. Зовсім нема даних щодо впливу прямолінійних прискорень на всмоктувальну діяльність тонкого кишечника. Водночас, при вивченні впливу на обмін речовин лінійних і кутових прискорень було відзначено зміну екскреції із сечею азотистих компонентів, зрушення співвідношення вільних амінокислот у сироватці крові, що згодом пов'язувалось зі зміною всмоктування в кишечнику. Це припущення ґрунтувалось також на тому, що у обслідуваних осіб зі зниженою вестибулярною стійкістю зміни були значними, незважаючи на скорочення тривалості впливу гойдання на гойдалці Хілова [5].

Ми вивчали вплив прямолінійних прискорень на всмоктувальну функцію тонкого кишечника, при цьому брали до уваги його секреторну і ферментовидільну функцію. Крім того досліджували вміст кальцію та лужний резерв крові до і після гойдання.

Методика досліджень

Досліди провадилися на семи собаках з ізольованою петлею порожньої кишки (за Тірі) довжиною 20 см. Вивчали всмоктування в утвореному відрізьку кишечника 7% розчину глюкози і 0,03 М розчину гліцину, а також розчинів мікроелементів марганцю і міді з їх хлористих солей у концентрації 0,25 мг/мл. Про ступінь всмоктування цих речовин судили за різницею між кількістю введеної і вилученої з петлі кишки речовини. Кількість глюкози у введеному в петлю розчині та у вилученому з кишки визначали рефрактометрично і за методом Хагедорна — Ієнсена. Вміст амінокислоти у введеному і вилученому розчині визначали за нінгідриновим методом Мутінга і Кайзера. Концентрацію мікроелементів визначали полярографічним методом на приладі LP=55.

Кількість виділюваного кишкового соку за час перебування досліджуваної речовини в петлі кишки визначали за лужністю вилученого вмісту, одержаного з кишечника після 30 хв перебування в ньому відповідного розчину. В одержаному кишковому соку визначали активність амілази за методом Сміта і Роя та протеолітичну активність за методом Ансона — Мірського.

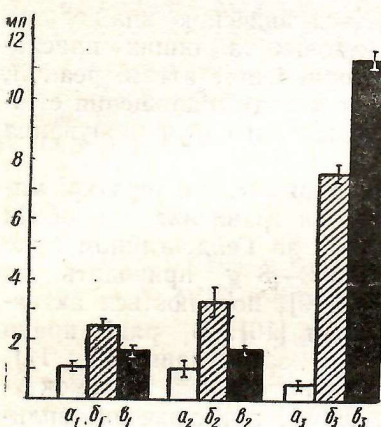
Вміст кальцію в крові визначали методом комплексометричного титрування, а лужний резерв — за Ван-Сляйком.

Для впливу на організм собак прямолінійних прискорень були використані чотири-штангові гойдалки Хілова, довжина штанги яких 3,5 м, частота гойдань 16—18 на хвилину з підйомом площадки гойдалки на 0,5 м. Отже, створювались прискорення до 0,4 g. Гойдання піддослідних тварин тривало 15 або 30 хв.

В ряді дослідів вивчали вплив перорального введення препарату «Пітаф» (піридоксаль — 50 мг і АТФ — 130 мг) на всмоктування гліцину і глюкози в нормі та при 30 хв гойданні. Препарат вводили тваринам за 45—60 хв до введення глюкози або гліцину. Проведено понад 350 дослідів та 500 визначень. Результати досліджень оброблені статистично.

Результати досліджень

Всмоктування глюкози. З введених 1034 мг глюкози в петлю кишки собаки Шалуні всмокталось в нормі в середньому $703 \pm 0,76$ мг цукру (68,0%). В петлю кишки собаки Малиша з введених тих самих кількостей глюкози всмокталось в середньому $758 \pm 0,29$ мг (73,1%).



Гойдання тварин протягом 15 хв не викликало чітких змін у резорбції глюкози (табл. 1). Після 30 хв гойдання всмоктування глюкози помітно зменшувалось і становило у собаки Шалуні у середньому $590 \pm 1,10$ мг (57,0%). В пет-

Секреторна діяльність кишечника собак.

По вертикалі — кількість виділюваного кишкового соку, в мл. По горизонталі — спонтанна секреція кишкового соку (a_1, a_2, a_3); секреція кишкового соку у відповідь на введення в кишку глюкози (b_1), гліцину (b_2), міді (b_3); секреція кишкового соку у відповідь на закачування і одночасне введення в кишку глюкози (b_1), гліцину (b_2) і міді (b_3).

лі кишки собаки Малиша воно знизилось до $498 \pm 0,14$ мг (48,1%). Такі зрушення в резорбції глюкози спостерігались і у інших піддослідних собак. Через 60 хв після припинення гойдання резорбція глюкози була такою ж, як і в нормі (табл. 1).

Всмоктування гліцину. З введеного в петлю кишки собаки Шалуні 6,72 мг гліцину за 30 хв всмокталось в середньому $4,98 \pm 0,004$ мг (74,1%). В петлі кишки собаки Малиша всмокталось в середньому $3,96 \pm 0,33$ мг (58,9%) гліцину.

Мало змінилось всмоктування гліцину при 15 хв гойданні тварин. При гойданні протягом 30 хв резорбція гліцину помітно знижувалась. Так, у петлі кишки собаки Шалуні при гойданні в середньому всмоктувалось $3,85 \pm 0,50$ мг (57,2%); в петлі кишки собаки Малиша — $2,95 \pm 0,27$ мг (43,8%) гліцину. У інших піддослідних собак резорбція гліцину знижувалась на 19—25% щодо вихідного рівня (табл. 1).

Відновлення резорбції гліцину у собаки Шалуні відбувалося через 60 хв після припинення гойдання; у собаки Малиша резорбція гліцину через той самий проміжок часу хоч і збільшувалась, проте не досягала вихідного рівня.

Всмоктування мікроелементів. Резорбція марганцю за 30 хв з 16 мл 0,25% розчину, введеного в ізольовану петлю кишки, становила в нормі, у середньому у собаки Мухтара $1,851 \pm 0,124$ мг (46,2%), а у собаки Каштана — $3,185 \pm 0,074$ мг (80,2%) мікроелемента.

З 16 мл 0,025% розчину міді в петлі кишки собаки Мухтара всмоктувалось $0,228 \pm 0,055$ мг (5,7%) металу, а з петлі кишки собаки Каштана — $0,988 \pm 0,104$ мг (24,7%) міді.

Таблиця 1
Всмоктування глюкози, гліцину, марганцю і міді в тонкому кишечнику собак у нормі і при гоїданні на гоїдалці Хілова

Кличка тварини	Всмоктувано за 30 хв					
	Норма		При 15 хв гоїданні		При 30 хв гоїданні	
	в мг	в %	в мг	в %	в мг	в %
Всмоктування 7% розчину глюкози (введено 1034 мг)						
Шалуня	703±0,76	68,1	654±0,99 (>0,5)	63,2	590±1,10 (<0,01)	57,0
Малиш	758±0,29	73,1	772±0,31 (>0,5)	74,6	498±0,144 (<0,01)	48,1
Всмоктування 0,03 М розчину гліцину (введено 6,72 мг)						
Шалуня	4,98±0,004	74,1	4,48±0,33 (<0,01)	66,6	3,85±0,5 (<0,01)	57,2
Малиш	3,96±0,334	58,9	3,57±0,24 (<0,01)	53,1	2,95±0,276 (<0,001)	43,8
Всмоктування 0,025% розчину марганцю (введено 4 мг)						
Мухтар	1,85±0,124	46,2			2,671±0,02 (<0,01)	66,9
Каштан	3,185±0,074	80,2			3,454±0,037 (<0,01)	86,4
Всмоктування 0,025% розчину міді (введено 4 мг)						
Мухтар	0,228±0,055	5,7			0,907±0,105 (<0,001)	22,4
Каштан	0,988±0,104	24,7			1,648±0,082 (<0,001)	41,2

Примітка. В дужках наведені значення *p*.

При гоїданні тварин протягом 30 хв резорбція мікроелементів значно підвищувалась у собаки Мухтара, в середньому, всмоктувалося $2,671 \pm 0,02$ мг (66,9%) марганцю і $0,907 \pm 0,105$ мг (22,4%) міді. Резорбція марганцю в петлі кишки собаки Каштана при 30 хв гоїданні становила $3,454 \pm 0,037$ мг (86,4%), а міді — $1,648 \pm 0,082$ мг (41,2%).

Секреторна діяльність тонкого кишечника. При введенні в ізольовану петлю кишки досліджуваних речовин відзначалось збільшення секреції кишкового соку. Так, якщо у собаки Нарчика спонтанна секреція кишкового соку за 30 хв становила 1,1 мл, то у відповідь на перебування в кишці розчину глюкози секреція соку збільшувалась, у середньому, до 2,45 мл, а у відповідь на перебування розчину гліцину — до $3,3 \pm 0,5$ мл. Введення в петлю кишки розчину міді також посилювало секрецію соку (див. рисунок).

Таблиця 2

Ферментативна активність кишкового соку собак в нормі та при гоїданні

Ферментативна активність 1 мл соку	Норма			Гоїдання протягом 30 хв		
	Спонтанний сік	Сік при всмоктуванні глюкози	Сік при всмоктуванні гліцину	Спонтанний сік	Сік при всмоктуванні глюкози	Сік при всмоктуванні гліцину
Амілолітична активність	$2,11 \pm 0,10$	—	$2,9 \pm 0,14$	$3,9 \pm 0,49$	—	$4,8 \pm 0,72$
Протеолітична активність	$0,63 \pm 0,12$	$0,96 \pm 0,10$	—	$0,6 \pm 0,16$	$1,46 \pm 0,28$	—

Гоїдання тварин протягом 30 хв зменшує секреторну реакцію кишечника у відповідь на перебування в кишці розчинів глюкози і гліцину. Але при введенні міді в кишку на фоні гоїдання секреторна реакція, навпаки, збільшувалась (див. рисунок). Така направленість зрушень відзначалась також і у інших собак.

Водночас із зміною кількості секреторного соку в зв'язку із закачуванням відзначалась і зміна його ферментативної активності.

Амілолітична активність 1 мл спонтанно виділюваного кишкового соку в нормі становила, в середньому, $2,11 \pm 0,10$ мг глюкози. Амілолітична активність соку, спонтанно виділюваного в період проведення циклу дослідів з гоїданням, але зібраного перед початком кожного гоїдання, становила $3,9 \pm 0,49$ мг глюкози (собак гоїдали один раз в день протягом десяти днів).

Протеолітична активність спонтанно виділюваного соку в дослідях з гоїданням не зазнавала змін (табл. 2).

Присутність у петлі кишки розчинів глюкози і гліцину викликала збільшення аміло- і протеолітичної активності кишкового соку; ще більшою мірою посилювалась ферментативна активність соку під впливом введення цих речовин на фоні гоїдання (табл. 2). Так, якщо амілолітична активність соку у відповідь на введення гліцину становила $2,9 \pm 0,14$ мг глюкози, то при введенні гліцину і одночасному закачуванні — $4,8 \pm 0,72$ мг глюкози. Аналогічні зрушення відзначені і щодо протеолітичної активності.

Вміст кальцію і лужні резерви крові. Визначення вмісту кальцію в плазмі крові до і після гоїдання показало, що він

зазнає зміни. В нашому дослідженні в нормі вміст кальцію в плазмі крові собаки Шалуни був постійним і становив 10 мг%, у собаки Малиша — 11 мг%.

У собаки Шалуни в перший день досліді з гоїданням протягом 30 хв вміст кальцію знизився до 9 мг%. Ще більшою мірою зменшився вміст кальцію в плазмі в другий і третій дні досліді з гоїданням, досягаючи 8 мг%. В наступні дні, незважаючи на тривалі гоїдання, відбувалося відновлення вмісту кальцію в плазмі крові і на шостий та сьомий дні воно було таким самим, як і в нормі, тобто становило 10 мг%. У іншого піддослідного собаки зменшення вмісту кальцію було більш короточасним і відновлення його рівня відзначалось на третій та четвертий дні дослідів з гоїданням.

Лужні резерви плазми крові при гоїданні не зазнавали різних зрушень. У собаки Шалуни в окремі дні досліді лужний резерв плазми крові був дещо знижений і становив 47,6 об. %, а в нормі 49,4—52,2 об. %. Резервна лужність плазми крові собаки Малиша при гоїданні в окремі дослідні дні незначно знижувалась, але в основному залишалась у межах норми.

Виявлені зрушення у всмоктувальній функції тонкого кишечника при 30 хв гоїданні ми намагалися усунути застосуванням препарату вітаміну В₆ в поєднанні з АТФ (Пітаф). В літературі є дані про те, що при впливі на організм факторів польоту (в тому числі й прискорень)

Таблиця 3

Всмоктування гліцину і глюкози в тонкому кишечнику собак на фоні введення препарату Пітаф (вітамін В₆ з АТФ) у нормі та при впливі гоїдання

Умови дослідження	Всмоктано з введених у кишечник 6,72 мг гліцину у собаки			
	Нарчик		Джек	
	в мг	в %	в мг	в %
Норма	4,48±0,22	66,6	3,96±0,22	58,0
Введення Пітафу	5,98±0,17 ($<0,001$)	89,0	5,74±0,65 ($<0,01$)	85,4
Гоїдання 30 хв	3,52±0,25 ($<0,01$)	52,5	2,95±0,27 ($<0,01$)	43,9
Введення Пітафу і гоїдання 30 хв	5,24±0,17 ($<0,05$)	80,5	5,86±0,19 ($<0,01$)	87,3

Умови дослідження	Всмоктано з введених у кишечник 1034 мг глюкози у собаки			
	Нарчик		Джек	
	в мг	в %	в мг	в %
Норма	628±0,46	60,7	830±0,46	80,2
Введення Пітафу	615±0,51 ($>0,1$)	59,4	754±0,28 ($<0,01$)	72,9
Гоїдання 30 хв	416±0,32 ($<0,01$)	40,2	652±0,36 ($<0,01$)	63,0
Введення Пітафу і гоїдання 30 хв	539±0,28 ($<0,05$)	52,1	733±0,35 ($<0,01$)	70,8

виникають значні зміни обміну піридоксину в організмі. Ці зрушення свідчать про підвищену потребу організму в піридоксині за цих умов. Дефіцит вітаміну приводить до зниження вестибулярної стійкості. Навпаки, прийом піридоксину, особливо в формі найбільш зручній для засвоєння (в поєднанні з АТФ), сприяє підвищенню вестибулярної стійкості, профілактиці вестибулярних порушень у польоті. Особливо чітко це демонструється щодо сенсорного компонента закачування, який є корковим проявом вестибулярних реакцій [2, 6, 7, 12—14].

Результати наших дослідів показали, що при пероральному прийомі вітаміну B_6 з АТФ (препарат Пітаф) за 45—60 хв до початку впливу прискорень резорбтивна діяльність кишечника, незважаючи на гойдання, підтримується на рівні норми, а в деяких випадках навіть вища. Так, якщо при гойданні всмоктування гліцину з відрізка кишки собаки Нарчика знижується до $3,52 \pm 0,25$ мг (52,5%), то при прийомі препарату Пітаф і гойданні резорбція гліцину підвищується до $5,24 \pm 0,17$ мг (80,5%). За цих самих умов резорбція гліцину у собаки Джека підвищується (табл. 3) з $2,95 \pm 0,27$ мг (43,9%) до $5,86 \pm 0,19$ мг (87,3%).

Слід відзначити, що тільки прийом комплексу вітаміну B_6 з АТФ викликає стимуляцію всмоктування гліцину на 25—40% щодо норми. Цей стимулюючий ефект на всмоктування зберігається і при гойданні.

Така сама направленість зрушень відзначалась і щодо всмоктування глюкози при застосуванні препарату Пітаф при впливі закачування, хоч комплекс піридоксалу з АТФ не виявляв стимулюючого впливу на резорбцію глюкози без впливу прямолінійних прискорень.

Обговорення результатів досліджень

Одержані експериментальні дані свідчать про те, що прямолінійні прискорення, які є механічним подразником отолітового апарата і рухливих внутрішніх органів, діють на всмоктувальну і секреторну діяльність тонкого кишечника. При короткочасному (15 хв) гойданні тварин відзначається зниження всмоктування в кишечнику гліцину на 10—13%, при цьому всмоктування глюкози не змінюється або незначно і недостовірно збільшується (на 1,5—9,0%). При більш тривалому гойданні (30 хв) тварин відзначається зниження інтенсивності всмоктування не тільки гліцину, але й глюкози. Ці дані узгоджуються з спостереженнями на людях про зменшення вмісту гліцину в сироватці крові після польотів і гіпоглікемічної реакції на закачування [5, 14].

Всмоктування мікроелементів міді і марганцю при 30 хв гойданні, навпаки, збільшується.

Необхідно відзначити, що при 30 хв гойданні всмоктувальна діяльність кишечника пригнічувалась на короткий час. Через 60 хв після припинення гойдання всмоктування глюкози і гліцину, як правило, досягало вихідного рівня, а іноді навіть перевищувало його.

Слід підкреслити, що пероральне введення піддослідним тваринам за 45—60 хв до гойдання препарату Пітаф підтримувало всмоктування глюкози і гліцину в кишечнику на рівні, близькому до нормального, незважаючи на вплив протягом 30 хв прямолінійних прискорень.

При щоденному 30 хв впливі прямолінійних прискорень у перші дні дослідів на початку закачування в плазмі крові відзначається зменшення вмісту кальцію, який в наступні дні дослідів, незважаючи на тривалі гойдання, відновлюється.

Лужні резерви плазми крові при гойданні не зазнавали істотних змін.

Гойдання тварин протягом 30 хв впливало на секрецію соку, виділюваного у відповідь на введення в петлю кишки різних речовин. Так, секреція соку, виділюваного під час всмоктування глюкози і гліцину та одночасного закачування, знижувалась у середньому на 40%, а під час всмоктування міді й гойдання, навпаки, збільшувалась на 20—50%. Виходячи з одержаних даних, можна зробити висновок, що зміна сокогінної діяльності кишечника у відповідь на введення речовин при гойданні відбувається паралельно зміні їх всмоктування. Так, при зменшенні всмоктування глюкози і гліцину під час гойдання спостерігається й зменшення секреції кишкового соку і, навпаки, збільшення всмоктування міді супроводжується посиленням кишкової секреції.

Ферментативна активність кишкового соку під час гойдання збільшувалась. Так, протеолітична активність 1 мл соку, виділюваного під час всмоктування глюкози і одночасного закачування, збільшувалась на 52% щодо норми (Собака Нарчик). Особливо чітко збільшувалась амілолітична активність як спонтанно виділюваного соку, так і соку, виділюваного під час всмоктування гліцину (в 1,5—2,5 рази). Деякі автори відзначають, що зміни в секреторній і ферментовидільній функції кишечника виникають навіть після короткочасного впливу прискорень (3—5 хв) і зберігаються протягом тривалого часу [10].

Висновки

1. Вплив на організм тварин прямолінійних прискорень (гойдання на гойдалках Хілова) протягом 15 хв викликає незначні зміни всмоктувальної функції кишечника собак. Всмоктування гліцину знижується на 10—13%, всмоктування глюкози не змінюється або незначно і недостовірно підвищується.

2. При 30 хв гойданні резорбція глюкози і гліцину в кишечнику собак пригнічується. Резорбція мікроелементів міді і марганцю збільшується. Відновлення всмоктувальної здатності кишечника відзначено через 60 хв після припинення дії прискорень.

3. При впливі прямолінійних прискорень спостерігається зменшення кількості секретованого кишкового соку у відповідь на введення в кишку розчинів глюкози і гліцину та збільшення кількості виділюваного соку у відповідь на введення в кишку міді. Відзначається збільшення амілолітичної і протеолітичної активності ферментів.

4. Застосування препарату Пітаф (вітамін В₆ з АТФ) знижує симптоми закачування і нормалізує всмоктування глюкози і гліцину під час гойдання.

Література

1. Вожжова А. И., Окунев О. А.— Укачивание и борьба с ним, Л., 1964.
2. Жерनावков В. Ф., Удалов Ю. Ф.— Патол. физиол. и exper. терапия, 1970, 4, 55.
3. Копанев В. И.— Вестн. Ленингр. ун-та, 1955, сер. биол., 10, 39.
4. Комендантов Г. Л.— Воздушная болезнь, М., 1965.
5. Лапаев Э. В., Павлов Г. И., Сидельников И. А., Удалов Ю. Ф., Юганов Е. М., Челнокова Н. А.— Изв. АН СССР, сер. биол., 1970, 4, 515.
6. Лапаев Э. В., Лебедев Н. Н., Удалов Ю. Ф., Юганов Е. М., Халатов О. П.— Изв. АН СССР (сер. биол.), 1971, 3, 370.
7. Лапаев Э. В., Удалов Ю. Ф., Халатов О. П.— Журнал ушных, носовых и горловых болезней, 1971, 5, 15.
8. Парин В. В.— Космич. исслед. М., 1965.
9. Парин В. В., Баевский Р. М., Емельянов М. Д., Хазен И. М.— Очерки космич. физиол., М., 1967.
10. Поткин В. Е.— Бюлл. exper. биол. и мед., 1966, 3, 43.

11. Суворов П. М.— Влияние радиальн. ускор. на некот. функции пищеварит. системы. Автореф. дисс., М., 1958.
12. Удалов Ю. Ф., Поткин В. Е., Сидельников И. А.— Военно-мед. журн. 1967, 1, 64.
13. Удалов Ю. Ф., Халатов О. П.— Вопросы питания, 1971, 3, 12.
14. Удалов Ю. Ф., Жерनावков В. Ф., Халатов О. П., Челноков Н. А.— Космич. биол. и мед., 1971, 5, 57.

Надійшла до редакції
9.IX 1974 р.

CHANGE IN ABSORPTION AND SECRETION FUNCTIONS
OF SMALL INTESTINE UNDER THE INFLUENCE OF ROCKING

R. O. Faitel'berg, U. F. Udalov, L. I. Semik, T. V. Gladky

Department of Human and Animal Physiology, State University, Odessa

S u m m a r y

The absorption and secretion functions of the small intestine under rocking were studied in 7 dogs with the jejunum isolated part by Thiry. It was found that under the influence of rocking absorption of glucose and glycine is decreased but that of copper and manganese trace elements is increased. Preparation «Pitaf» applied per os removes the depressing influence of rocking on absorption of glucose and glycine. Simultaneously with a change in absorption a change in secretion of the intestinal juice was observed in response to the introduced substances.

The proteolytic and aminolytic activities of the intestine juice under the effect of rocking increased.