УДК 616.36+616.15:615.847.8/.849.19]:612.357-092.9

А. А. Гудима

Порівняльний вплив магнітолазерного опромінення печінки та крові на жовчовидільну функцію щурів

В опытах на крысах-самцах изучали влияние через кожу магнитолазерного облучения печени и крови на скорость жёлчевыделения, экскрецию общего билирубина и его фракций, холестерина и жёлчных кислот. Использовали лазерный генератор «Луч-2» с магнитной насадкой на конце световода (длина волны 0,82 мкм, плотность мощности 0,178 Вт·см$^{-2}$, напряжённость магнитного поля 30–35 мТл, курс — две каждодневные процедуры). Показано, что интенсивность жёлчевыделения носит дозозависимый характер. Максимум экскреции жёлчи и её основных компонентов наступал при облучении печени с экспозицией 120 с, крови — 240 с. Скорость жёлчевыделения достоверно была большей при магнитолазерном воздействии на кровь. Облучение печени сопровождалось усилением выделения коньюгированного билирубина. Сделано предположение о различных механизмах стимуляции функциональной активности печени при магнитолазерном воздействии на печень и на кровь.

Вступ

Актуальною проблемою профілактики та лікування патології печінки і жовчовивідних шляхів є пошук засобів, які регулюють жовчовиділення. Лазерне випромінювання ближнього інфрачервоного діапазону — один з перспективних і маловивчених фізіотерапевтичних впливів на зовнішньосекреторну функцію печінки. Встановлено, що опромінення печінки інтактних тварин інфрачервоним лазером призводить до активації мікроциркуляторного русла цього органа, посилює біоенергетичні та біосинтетичні процеси в гепатоцитах [1, 2]. Також доведено, що при поєднанні лазерного випромінювання з дією постійного магнітного поля підвищується інтенсивність поглинання тканинами інфрачервоного випромінювання, посилюється біологічний ефект [4, 6, 9]. Позитивні результати виявили під час внутрішньосудинного опромінення крові гелій-неоновим лазером при стимуляції функціональної активності печінки і комплексному лікуванні деяких захворювань гепатобіліарної системи [3, 5, 14]. Завдяки використанню інфрачервоних лазерів стало можливим впливати на кров неінвазивно через шкіру [13].

Мета нашої роботи — порівняти вплив магнітолазерного опромінювання печінки і крові через шкіру на інтенсивність жовчовиділення та з'ясувати внесок кожного з досліджуваних фізичних чинників у стимуляції функціональної активності печінки.

© А. А. Гудима

Методика

Дослідження проведено на 195 нелінійних білих щурах-самцях масою 160–180 г. Тваринам п'яти груп опромінювали під ефірним наркозом печінку, а тваринам семи груп — кров. Застосовували напівпровідниковий лазерний генератор безперервної дії «Луч-2» (довжина хвилі 0,82 мкм, потужність на виході світловоду 0,035 Вт, густина потужності 0,178 Вт · см$^{-2}$) з магнітною насадкою на кінці світловоду у вигляді кільцевого феритового магніту типу «МН-1» (магнітна індукція 30–35 мТл). Магнітолазерний вплив через шкіру здійснювали двічі з інтервалом в одну добу. Печінку опромінювали в депільованій епігастральній ділянці, кров — у проекції вени на задній поверхні основи хвоста. Початкова тривалість експозиції становила 60 с (густина енергії 10,7 Дж · см$^{-2}$) і у кожній наступній групі збільшувалася в арифметичній прогресії (на 60 с) до розвитку ефекту світлового передозування, який визначали за зниженням інтенсивності жовчовиділення. Контрольних тварин двічі лише наркотизували ефіром.

Через 24 год після останнього сеансу опромінення під тіопентало-натрієвим знеболенням (75 мг · кг$^{-1}$) у тварин вивчали жовчовиділення [10]. В отриманій протягом двох годин порції жовчі визначали вміст загального та прямого білірубіну [12], холестерину і загальних жовчних кислот [8], а також ступінь кон'югації білірубіну (відношення вмісту прямого білірубіну до загального у відсотках) та холато-холестериновий коефіцієнт (відношення вмісту загальних жовчних кислот до холестерину). Після забору жовчі тварин декапітували. Для з'ясування внеску кожного з досліджуваних фізичних чинників (лазерного опромінювання та постійного магнітного поля) в сумарний ефект стимуляції жовчовидільної функції печінки провели окрему серію експериментів (68 щурів). Фотовплив на печінку здійснювали з сумарною густиною енергії 42,8 Дж · см$^{-2}$. Вплив постійного магнітного поля був еквівалентним за тривалістю експозиції та кількістю сеансів.

Статистичну обробку результатів здійснювали з використанням критерію t Стьюдента.

Результати та їх обговорення

Інтенсивність жовчовиділення під впливом магнітолазерного опромінення печінки і крові з різною тривалістю експозиції мала дозозалежний характер (табл. 1). Максимум екскреції жовчі наступав після опромінення печінки протягом 120 с (сумарна густина енергії 42,8 Дж · см$^{-2}$). При впливі на печінку світлове передозування проявлялося вже через 3–4 хв, а на кров — через 5–6 хв. Опромінення протягом 480 с (сумарна густина енергії 171,2 Дж · см$^{-2}$) супроводжувалося тенденцією до зменшення швидкості жовчовиділення до значень нижчих від контрольних при впливі на печінку і до вихідних — при дії на кров.

Отже, застосування магнітолазерного випромінювання призводило до підвищення функціональної активності печінки інтактних тварин. Стимуляція жовчовиділення при опроміненні печінки, вірогідно, була одним з наслідків ультраструктурної перебудови гепатоцитів [1–3]. Ефективність опромінення крові наводить на думку про існування переносників енергії лазерного світла,

Таблиця 1. Швидкість жовчовиділення (мл · год$^{-1}$ · кг$^{-1}$) в інтактних щурів після магнітолазерного опромінення печінки та крові (M ± m)

Група тварин	Тривалість опромінення, с	Швидкість жовчовиділення	
		Печінка	Кров
I	60	2,173 ± 0,262 (n = 9)	2,225 ± 0,201* (n = 12)
II	120	2,320 ± 0,115*** (n = 28)	2,330 ± 0,206* (n = 12)
III	180	2,258 ± 0,205* (n = 10)	2,410 ± 0,233** (n = 10)
IV	240	1,812 ± 0,120 (n = 12)	2,755 ± 0,167*** (n = 12)
V	300	—	2,384 ± 0,107*** (n = 10)
VI	360	—	2,272 ± 0,145** (n = 12)
VII	480	1,386 ± 0,160 (n = 8)	1,826 ± 0,194 (n = 8)

Примітка. Тут і в таблицях 2, 3: * P < 0,05; ** P < 0,01; *** P < 0,001.

які при контакті з гепатоцитами опосередковано стимулюють у них фотохімічні реакції. Останнє збігається з існуючими уявленнями про механізми генералізації загальнобіологічної дії низькоінтенсивного лазерного світла [8, 11]. Слід відмітити, що ефективна доза магнітолазерного впливу на кров була

Таблиця 2. Показники жовчовиділення в інтактних щурів після магнітолазерного опромінення печінки та крові (M ± m)

Показник	До впливу (n = 34)	Після впливу на	
		печінку (n = 28)	кров (n = 12)
Швидкість жовчовиділення, мл · год$^{-1}$ · кг$^{-1}$	1,722 ± 0,128	2,320 ± 0,115***	2,755 ± 0,167***
Інтенсивність екскреції білірубіну, мкмоль · год$^{-1}$ · кг$^{-1}$			
загального	0,223 ± 0,024	0,316 ± 0,032*	0,348 ± 0,032***
прямого	0,147 ± 0,014	0,265 ± 0,027***	0,205 ± 0,033
непрямого	0,076 ± 0,013	0,054 ± 0,010	0,143 ± 0,012**
Ступінь кон'югації білірубіну, %	67,9 ± 3,3	84,3 ± 4,3**	58,4 ± 3,2
Інтенсивність екскреції, мг · год$^{-1}$ · кг$^{-1}$			
холестерину	0,89 ± 0,14	1,73 ± 0,28*	1,68 ± 0,24*
жовчних кислот	8,3 ± 0,3	15,5 ± 1,9**	12,7 ± 1,6*
Холато-холестериновий коефіцієнт	12,0 ± 1,9	10,5 ± 2,0	7,8 ± 0,4*

вдвічі вищою, ніж на печінку, що можна пояснити частковим втрачанням поглинутої енергії квантів лазерного світла на шляху транспортування до печінки. Дозозалежність жовчовиділення вказує на високу чутливість гепатоцитів до прямої чи опосередкованої дії магнітолазерних променів.

Основні показники жовчовиділення, визначені при максимумах екскреції жовчі, представлені в табл. 2. Як свідчать наведені результати, опромінення печінки спричинювало збільшення швидкості виділення загального та прямого білірубіну, холестерину й жовчних кислот. Істотно підвищувався ступінь кон'югації білірубіну. Інтенсивність виділення непрямого білірубіну мала тенденцію до зменшення. Холато-холестериновий коефіцієнт достовірно не змінювався. Опромінення крові супроводжувалося підвищенням швидкості виділення загального та непрямого білірубіну, холестерину та жовчних кислот. Екскреція прямого білірубіну мала лише тенденцію до підвищення. Як наслідок, ступінь кон'югації білірубіну не зазнавав суттєвих змін. Холато-холестериновий коефіцієнт статистично достовірно знижувався. Порівняння ефектів, викликаних магнітолазерним опроміненням крові та печінки, свідчить, що швидкість жовчовиділення істотно переважала при впливі на кров. При цьому істотно меншим був ступінь кон'югації білірубіну, що супроводжувалося збільшенням швидкості екскреції його непрямої фракції. За іншими показниками достовірної різниці між групами не виявлено.

Таким чином, магнітолазерний вплив на організм інтактних тварин призводив до підвищення інтенсивності жовчовиділення та екскреції основних компонентів жовчі. Характерною особливістю опромінення печінки було посилення кон'югації білірубіну, що вказує на збільшення активності відповідних ферментів мікросом гепатоцитів. Провідним механізмом стимуляції жовчовиділення при дії на кров, ймовірно, стали активізація транспортних систем гепатоцитів, посилення проникливості мембран біліарного полюса. Це сприяло інтенсивнішому виділенню жовчі та її компонентів, зокрема некон'югованого білірубіну, а також порушувало холато-холестеринове співвідношення у бік посилення екскреції холестерину.

Вивчення внеску кожного з досліджуваних фізичних чинників у стимуляцію жовчовидільної функції печінки показало, що дія постійного магнітного поля на печінку і кров не викликала істотного посилення жовчовиділення. Застосування лазерного опромінювання стимулювало екскрецію жовчі на 19,8 % при впливі на печінку і на 32,2 % при дії на кров порівняно з інтактними тваринами ($P < 0{,}001$). Поєднання дії постійного магнітного поля та лазерного опромінювання викликало підвищення жовчовиділення на 30,3 і 58,5 % відповідно ($P < 0{,}001$). Отримані результати свідчать про домінуючу роль лазерного опромінювання у стимуляції жовчовидільної функції печінки і підтверджують існуючі дані про те, що за умов постійного магнітного поля ефективність лазерних променів є вищою [9].

Таким чином, лазерне опромінення печінки та крові в комбінації з дією постійного магнітного поля є вагомим чинником підвищення функціональної активності гепатоцитів здорових експериментальних тварин. Цей факт вимагає подальшого вивчення для обґрунтування застосування даних фізичних факторів у профілактиці та терапії хвороб гепатобіліарної системи.

A. A. Gudyma

COMPARATIVE INFLUENCE OF THE BLOOD AND LIVER MAGNETOLAZER IRRADIATION ON THE BILE SECRETION FUNCTION IN EXPERIMENT

The influence of percutaneous magnetolazer irradiation of the blood and liver on the bile secretion, general bilirubin excretion and its fractions, cholesterol and bile acids rate was studied experimentally on male rats. A lazer generator «Luch-2» with a magnetic nozzle (wave-length 0,82 mm, power density 0,178 $W \cdot cm^{-2}$, magnetic field tension 30–35 mT, the cource s 2 daily procedures) was used. Bile secretion intensity was noted to depend on the dose. Maximal bile secretion and its basic components were observed during the liver irrigation with an exposition for 120 s and blood ones with an exposition for 240 s respectively. Bile secretion rate was higher during magnetolazer influence on the blood. Liver irrigation was assotiated with an increased secretion of the conjugated bilirubin. Thus, there are various stimulant mechanisms of the liver function activity in the course of magnetolazer influence on the liver and blood.

I.Gorbachevsky State Medical Academy,
Ministry of Public Health of the Ukraine, Ternopil

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Байбеков И.М., Ворожейкин В.М., Артыков Ш.Н.* Влияние низкоинтенсивного лазерного излучения инфракрасного диапазона на ультраструктуру и пролиферацию клеток печени при экспериментальном гепатите и циррозе // Бюл. эксперим. биологии и медицины. — 1992. — 113, № 4. — С. 424-425.
2. *Ворожейкин В.М., Артыков Ш.А., Байбеков И.М.* Влияние лазерного облучения в ИК-диапазоне на структуру печени в норме и при циррозе. — В кн.: Тез. науч.-практ. конф. «Хроническое воспаление и заболевания органов пищеварения». Ч.1. — Харьков, 1991. — С. 17.
3. *Долгат Д.М., Хамидов А.И., Меджидов Р.Т.* Лазеротерапия хронического гепатита и цирроза печени // Хирургия. — 1990. — № 11. — С. 153-157.
4. *Илларионов В.Е.* Некоторые биологические аспекты сочетанного магнто-лазерного воздействия на живой организм // Вопр. курортологии, физиотерапии и лечеб. физ. культуры. — 1989. — № 3. — С. 19-21.
5. *Ильхамов Ф.А., Постолов А.М., Калиш Ю.И., Макаров К.И.* Низкоэнергетическое лазерное излучение в хирургии печени и жёлчевыводящих путей // Сов. медицина. — 1990. — № 3. — С. 34-37.
6. *Капитаненко А.М., Илларионов В.Е.* Возможности и перспективы применения магнито-лазерной терапии // Воен.-мед. журн. — 1989. — № 9. — С. 51-52.
7. *Корочкин И.М., Бабенко Е.В.* Механизмы терапевтической эффективности излучения гелий-неонового лазера // Сов. медицина. — 1990. — № 3. — С. 3-8.
8. *Мирошниченко В.П., Громашевская Л.П., Касаткина М.Г., Козачёк Г.А.* Определение содержания жёлчных кислот и холестерина в желчи // Лаб. дело. — 1978. — № 3. — С. 149-153.
9. *Микаелян Н.П., Алиев И.М., Ступин И.В. и др.* Изучение влияния на печень полупроводникового ИК-лазера с постоянным магнитным полем // Хирургия. — 1989. — № 1. — С. 85-88.
10. *Прокопенко И.В., Кондричин И.Г., Гамалея Н.Ф.* Действие лазерного излучения на лимфоциты крови человека. — В кн.: Тези доп. IV наук.-практ. конф. «Застосування лазерів в медицині та біології». — К., 1995. — С. 5-6.

11. *Скакун Н.П., Олейник А.Н.* Сравнительное действие атропина и метацина на внешнесекреторную функцию печени // Фармакология и токсикология. — 1967. — **30**, № 3. — С. 334-337.
12. *Скакун Н.П.* Экспериментальный островковый диабет и функция печени. — В кн.: Тез. докл. X науч. сессии института питания. — М., 1956. — С. 238-241.
13. *Сюч Н.И., Илларионов В.Е.* Влияние различных видов лазеротерапии на реактивность нейтрофилов периферической крови у больных ишемической болезнью сердца // Вопр. курортологии, физиотерапии и леч. физ. культуры. — 1995. — № 1. — С. 5-7.
14. *Федчук И.Н., Бабий И.Л., Буйко В.П.* Опыт применения низкоинтенсивного лазерного излучения в комплексном лечении хронического гепатита у детей. — В кн.: Тез. докл. Науч.-практ. конф. «Новое в диагностике и лечении заболеваний органов пищеварения». — Харьков, 1994. — С. 137.
15. *Харлампович С.И., Полонский А.К., Мащанова Д.Д., Древаль А.А.* Антитоксическое действие лазерного излучения на повреждённые CCL_4 гепатоциты //Фармакология и токсикология. — 1984. — **47**, № 2. — С. 49-52.

Терноп. мед. академія ім. І.Я. Горбачевського
М-ва охорони здоров'я України

Матеріал надійшов до редакції 14.10.97