



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **49645** (13) **U**  
(51) МПК (2009)  
A61N 2/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

### (54) СПОСІБ ОЦІНКИ ЗМІНИ ПОКАЗНИКІВ МІКРОЦИРКУЛЯЦІЇ КРОВІ ЛЮДИНИ

1

2

(21) u200910108

(22) 05.10.2009

(24) 11.05.2010

(46) 11.05.2010, Бюл.№ 9, 2010 р.

(72) ЧУЯН ОЛЕНА МИКОЛАЇВНА, РАВАЄВА МАРИНА ЮРІЇВНА, ТРИБРАТ НАТАЛЯ СЕРГІЇВНА

(73) ТАВРІЙСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. В.І. ВЕРНАДСЬКОГО

(57) Спосіб оцінки змін показників мікроциркуляції крові людини, що включає вплив низькоінтенсивним електромагнітним випромінюванням надвисокої частоти з довжиною хвилі  $\lambda=7,1$  мм, частотою випромінювання 42,4 ГГц, щільністю потоку потужністю -  $0,1 \text{ мВт/см}^2$ , зняття показників мікроцирку-

ляції крові з поверхні шкіри на області симетричних біологічно активних точок GI-4, який **відрізняється** тим, що на область БАК GI-4 в області правої кисті поміщають зонд лазерної доплерівської флоуметрії, другий поміщають на області БАК GI-4 лівої руки, проводять оптичне зондування тканин монохроматичним випромінюванням протягом 10-ти хвилин до впливу електромагнітним випромінюванням надвисокої частоти, потім впливають низькоінтенсивним електромагнітним випромінюванням і проводять 30-хвилинний запис лазерної доплерівської флоуметрії, і реєструють ефект післядії одразу після опромінення мм-хвилями протягом 10-ти хвилин.

Корисна модель належить до області фізіології й медичної біофізики й може бути використана для вивчення дії електромагнітних полів на мікроциркуляторні процеси з метою виявлення й уточнення механізмів біологічної дії електромагнітного випромінювання (ЕМВ) для подальшої профілактики й корекції мікроциркуляторних розладів у людини.

Відомо, що ЕМВ різних діапазонів мають виражену біологічну активність, зокрема сприяють зміні процесів мікроциркуляції. Переважна більшість досліджень проводилося після впливу ЕМВ, наприклад, вплив постійного магнітного поля 5,5 мТл із наступними вимірами показників мікроциркуляції [Okano С. Effects of neck exposure to 5,5m static magnetic field on pharmacologically modulated blood pressure in conscious rabbits / С. Okano, Н. Okubo // Bioelectromagnetes. - 2005. - №26 - Р. 469-480]. Багато в чому це обумовлено методичними труднощами, зв'язаними як з використанням інвазивних або непрямих методів виміру показників мікрокровоструму, так і втручанням сигналів з боку ЕМВ на вимірювальні апаратури, що вимагає поділу в часі опромінення ЕМВ й реєстрації мікроциркуляторної відповіді. Тому результати впливу ЕМВ на процеси мікроциркуляції суперечливі й скрутно відтворені.

Відомий спосіб корекції процесу мікроциркуляції крові людини (патент України №38563), що

включає вплив низькоінтенсивним електромагнітним випромінюванням укр. висок. частоти (ЕМВ НВЧ) з довжиною хвилі  $\lambda=7,1$  мм, частотою випромінювання 42,4 ГГц, щільністю потоку потужності -  $0,1 \text{ мВт/см}^2$  протягом не менш 10 днів з експозицією 30 хвилин на області симетричних біологічно активних крапок E-36, RP-6, GI-4 і область правого плечевого суглоба.

Недоліком способу є те, що спосіб не враховує зміни процесів мікроциркуляції, що протікають безпосередньо під час НВЧ-впливу.

В основу корисної моделі поставлене завдання вдосконалити спосіб оцінки змін показників процесів мікроциркуляції крові людини шляхом визначення процесів мікроциркуляції безпосередньо під час дії низькоінтенсивним ЕМВ НВЧ, що дозволить виявити й конкретизувати первинні механізми впливу даного фізичного фактора на мікроциркуляторне русло й дозволить більш коректно використати низькоінтенсивне ЕМВ НВЧ із метою профілактики й корекції мікроциркуляторних порушень.

Поставлене завдання вирішується тим, що в способі оцінки змін показників процесів мікроциркуляції крові людини, що включає вплив низькоінтенсивним електромагнітним випромінюванням над високої частоти з довжиною хвилі  $\lambda=7,1$  мм, частотою випромінювання 42,4 ГГц, щільністю потоку потужності -  $0,1 \text{ мВт/см}^2$ , зняття показників

(19) **UA** (11) **49645** (13) **U**

мікроциркуляції крові з поверхні шкіри на області симетричних біологічно активних крапок GI-4, відповідно до корисної моделі, на область БАК GI-4 в області правої кисті поміщають зонд лазерної доплеровської флоуметрії, другий поміщають на область БАК GI-4 лівої руки, проводять оптичне зондування тканин монохроматичним випромінюванням у плінні 10-ти хвилин до впливу електромагнітним випромінюванням укрив високої частоти, потім впливають низькоінтенсивним електромагнітним випромінюванням, проводять 30-ти хвилинний запис лазерної доплеровської флоуметрії, і реєструють ефект післядії відразу - після опромінення мм-хвилями протягом 10-ти хвилин.

Спосіб реалізується таким чином:

проводиться дослідження показників мікроциркуляції в три етапи: до НВЧ-впливу, потім - під час сеансу НВЧ-впливу, а також - після впливу даним фізичним фактором в області біологічно активної крапки (БАК) GI-4 кисті правої руки. НВЧ-вплив при цьому здійснюється за допомогою 1-канального терапевтичного генератора з довжиною хвилі  $\lambda = 7,1 \text{ мм}$ , щільністю потоку потужності -  $0,1 \text{ мВт/див}^2$  протягом 30-ти хвилин також на область БАК GI-4 кисті правої руки. Таким чином, зона дослідження процесів мікроциркуляції й область НВЧ-впливу - збігаються. НВЧ-вплив здійснювали за допомогою 1-канального терапевтичного генератора протягом 30-ти хвилин на область БАК GI-4 кисті правої руки, оскільки існує функціональна асиметрія, пов'язана з тим, що біологічні ефекти ЕМВ НВЧ більше виражені при впливі на праву руку.

Для дослідження показників мікро кровообігу використали метод лазерної доплеровської флоуметрії (ЛДФ), заснований на оптичному зондуванні тканин монохроматичним випромінюванням і аналізі частотного спектра, відбитого від еритроцитів, що рухаються, сигналу. Дослідження показників мікроциркуляції проводили протягом 50-ти хвилин. Цей часовий період містив у собі 10-хвилинну фоновий запис до НВЧ-впливу ЛДФ-грами, для реалізації якої один із ЛДФ-зондів поміщали на область БАК GI-4 кисті правої руки (експериментально-вимірювальна крапка - ЕВК), а другий ЛДФ-зонд поміщали на області БАК GI-4 кисті лівої руки (контрольно-вимірювальна крапка - КВК). Після фонового запису на область ЕВК поруч із ЛДФ-зондом фіксували хвилевід НВЧ-генератора й впливали на цю область протягом 30 хвилин низькоінтенсивним ЕМВ НВЧ. Протягом усього періоду НВЧ-впливу продовжували проводити ЛДФ-метрію показників мікроциркуляції крові як в області ЕВК, так і в області КВК. Зареєстрована під час дії ЕМВ НВЧ 30-ти хвилинна ЛДФ-грама, була розділена на три 10-ти хвилинні інтервали для подальшої детальної обробки осциляцій тихорецького кровообігу в різні тимчасові періоди НВЧ-впливу. Після 30-хвилинної експозиції ЕМВ НВЧ, хвилевід НВЧ-генератора знімали, у той час як ЛДФ-зонди залишалися в області КВК і ЕВК, і тривало дослідження показників мікроциркуляції крові протягом 10-ти хвилин - реєстрація ефекту післядії. Схема накладення НВЧ-хвилеводу й ЛДФ-зондів (А) і часу проведення ЛДФ-метрії (Б) наведена на (Фіг.1).

При вивченні зміни процесів мікроциркуляції досліджували наступні показники базального кровообігу:

М (перф. од.) - показник мікроциркуляції, що характеризує загальну (капілярну й поза капілярну) усереднену стаціонарну перфузію мікро судин за час дослідження; СКО ( $\sigma$ , перф. од.) - середнє квадратичне відхилення амплітуди коливань кровообігу у всіх частотних діапазонах від середнього М, що відбиває варіабельність тканинного кровотруму; Кв (%) - коефіцієнт варіації, що визначає співвідношення величин М і СКО.

Осциляторний контур регуляції мікроциркуляції шкіри оцінювали за допомогою вий вліт - перетворення, що дозволило виділити наступні амплітудні характеристики коливань тканинного кровообігу:

АЕ - максимальна амплітуда ендотеліальних коливань; АН - максимальна амплітуда нейрогенних коливань; АМ - максимальна амплітуда міогенних коливань; АД - максимальна амплітуда дихальних коливань; АС - максимальна амплітуда пульсових коливань.

Крім того, визначали показники тону мікросудинного русла з урахуванням показника шунтування. Зокрема:

НТ - нейрогенний тонус; МТ - міогенний тонус; ПШ - показник шунтування.

Статистична обробка отриманих результатів проводилася з використанням пакета "STATISTICA 5.5". Оцінка вірогідності для усередині групових розходжень здійснювалася з використанням критерію Вілкоксона, для порівняння між групових розходжень - з використанням критерію Манна - Уїтні.

По даним ЛДФ-метрії було показано, що під час дії низькоінтенсивного ЕМВ НВЧ відбувався перерозподіл потоку крові на користь домінування нутритивного кровообігу на тлі гноблення шунтового, на користь чого свідчить збільшення амплітуди міогенних коливань у середньому на 42,53% ( $p \leq 0,05$ ) (Фіг.2), на тлі чого було зареєстроване зниження як міогенного тону на 27,41% ( $p \leq 0,05$ ), так і показника шунтування 32,67% ( $p \leq 0,05$ ) (Фіг.3). Крім того, показано, що першими на вплив ЕМВ НВЧ реагують тонус-тонус-залежні компоненти регуляції мікроциркуляторного русла, зокрема, міогенні і ендотеліальні частотні компоненти, амплітуди яких збільшувалися на 42,53% ( $p \leq 0,05$ ) і 39,97% ( $p \leq 0,05$ ) відповідно (Фіг.2). Зазначені зміни спостерігалися щодо значень відповідних показників, зафіксованих в області КВК, що свідчить про локальний характер, змін, що відбуваються в геміомікроциркуляторному руслі.

Приклад

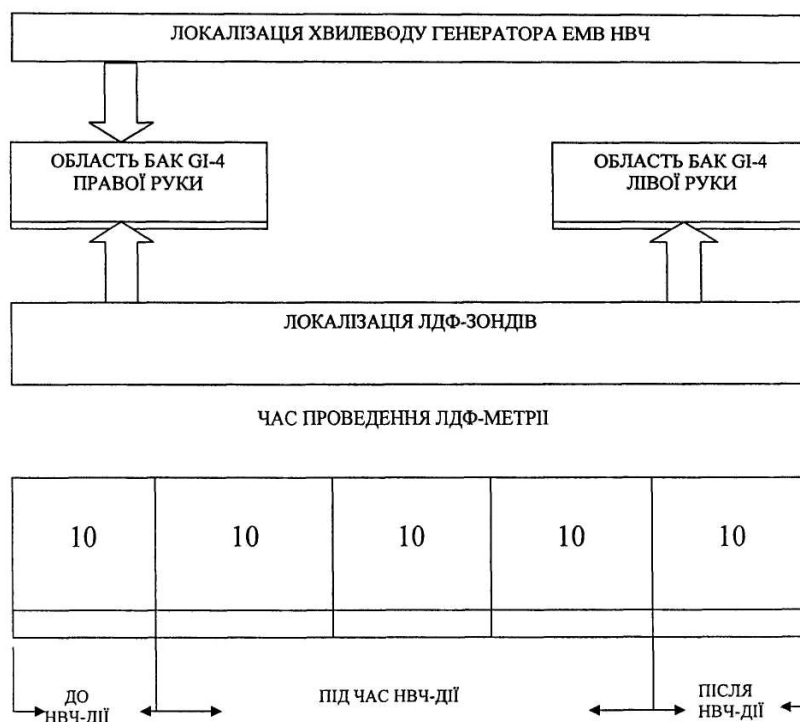
Для оцінки дослідження мікроциркуляторних процесів під час дії низькоінтенсивного ЕМВ НВЧ було проведено дослідження, у якому брали участь 20 студентів-волонтерів жіночої статі у віці 18-23 років, умовно здорові, що не мають хронічних захворювань. Дослідження проводилося однократно, у ранковий час доби, під час якого випробувані перебували в положенні лежачи.

Ніч - вплив при цьому здійснюється за допомогою 1-канального терапевтичного генератора

"КВЧ. РАМЕД. ЕКСПЕРТ-01", ЛДФ здійснювали лазерним аналізатором кровообігу "ЛАКК-02" із двома джерелами лазерного випромінювання, що працюють на довжині хвилі 0,8мкм.

Спосіб дозволяє розкрити механізми дії НВЧ-випромінювання на організм людини. Міогенний і ендотеліальний компоненти мікроциркуляторної регуляції беруть активну участь у механізмах біо-

логічної дії цього фізичного фактора. Зазначені зміни, що спостерігалися на період дії низькоінтенсивного ЕМВ НВЧ сприяють інтенсифікації обмінних процесів, поліпшенню пристосувальних реакцій, стабілізації тиску в мікросудинному руслі, тобто переходу роботи системи мікроциркуляції на оптимальний рівень функціонування.



Фиг. 1

Часові інтервали, хвилини		зони локалізації ЛДФ - зондів	НТ	МТ	ПШ
Фон (10)		КВК	2,379±0,2407	2,006±0,1245	0,968±0,0614
		ЕВК	2,132±0,1483	1,864±0,0783	0,904±0,0250
НВЧ	10	КВК	2,118±0,0787	2,077±0,1394	0,981±0,0570
		ЕВК	2,293±0,1397	1,531±0,0915	0,657±0,0461
	10	КВК	2,178±0,1613	2,220±0,3327	1,087±0,2403
		ЕВК	2,242±0,1454	1,721±0,1262	0,788±0,0718
	10	КВК	1,957±0,1196	2,300±0,2111	1,175±0,0854 p <sub>1</sub> ≤0,05
		ЕВК	1,905±0,1206	1,658±0,0990	0,795±0,0451
Після НВЧ - впливу (10)		КВК	2,34±0,28	2,53±0,3	1,09±0,05
		ЕВК	1,96±0,2362	1,697±0,1284	0,927±0,0972

контрольно-вимірювальна крапка - КВК GI-4 лівій руки; експериментально-вимірювальна крапка - ЕВК GI-4 правої руки – область впливу ЕМВ НВЧ

$p_1$  - вірогідність розходжень щодо фонових значень показників;  $p_2$  - вірогідність розходжень відносно області КВК.

Фиг. 2

Часові інтервали, хвилин		зони локалізації ЛДФ - зондів	АЭ	АН	АМ	АД	АС
Фон (10 )		КВК	16,27±1,16	14,71±1,4	15,61±1,86	7,481±1,58	5,315±0,56
		ЕВК	15,91±0,65	16,16±1,09	17,63±0,53	5,58±0,34	5,39±0,76
НВЧ	10	КВК	16,66±0,7624	15,894±0,5 9	16,613±1,22	6,43±0,97	6,41±0,76
		ЕВК	15,66±1,09	14,989±1,0 9	22,608±1,66 p <sub>1</sub> ≤0,05 p <sub>2</sub> ≤0,05	6,904±0,73	5,294±0,71
	10	КВК	15,08±0,937	15,99±1,35	17,24±2,21	6,98±0,95	5,994±0,91
		ЕВК	17,93±0,57 p <sub>2</sub> ≤0,05	15,320±1,0 1	20,004±1,25 p <sub>1</sub> ≤0,05	5,912±0,65	5,468±0,53
	10	КВК	15,89±0,97	17,478±1,0 5	15,443±1,52	8,028±0,99	5,484±0,67
		ЕВК	22,25±0,55 p <sub>1</sub> ≤0,05 p <sub>2</sub> ≤0,05	17,931±0,9 8	22,248±1,17 p <sub>1</sub> ≤0,05 p <sub>2</sub> ≤0,05	6,398±0,89	5,511±0,57
Після НВЧ - впливу (10)		КВК	16,29±1,82	16,25±2,12	14,79±1,81	7,39±1,04	5,65±0,61
		ЕВК	14,760±0,28	18,272±1,7 9	21,811±1,03 p <sub>1</sub> ≤0,05 p <sub>2</sub> ≤0,05	7,724±1,32	5,660±1,04

контрольно-вимірювальна крапка - КВК GI-4 лівій руки; експериментально-вимірювальна крапка - ЕВК GI-4 правої руки – область впливу ЕМВ НВЧ

$p_1$  - вірогідність розходжень щодо фонових значень показників;  $p_2$  - вірогідність розходжень відносно області КВК.

Фіг. 3