

Методики

УДК 616-073.97+612.014.422

Л.Б.Доломан, О.С.Хромов, І.О.Парпалій

Використання тетраполярної реоплетизмографії для кількісної оцінки кровопостачання кінцівок

Описан метод регистрации кровотока в предплечье, основанный на использовании тетраполярной реоплетизмографии. Предлагаемая методика позволяет количественно оценивать состояние периферического кровообращения. Преимуществом метода является простота и удобство его использования в физиологических и клинических исследованиях.

Вступ

Інформація про стан кровопостачання кінцівок важлива для фізіологів і клініцистів різного профілю. Однак методи його оцінки (венозна оклюзійна плетизмографія, реовазографія) з різних причин не завжди відповідають вимогам сучасної інструментальної діагностики. Метод венозної оклюзійної плетизмографії крім значної трудомісткості вимагає тимчасового припинення венозного відтоку, що само по собі спричиняє зміни функціонального стану судин досліджуваної ділянки. Спеціалісти, які користуються реовазографією, в більшості випадків обмежуються описом реографічних кривих і обчисленням деяких показників та коефіцієнтів, маючих відношення до стану кровопостачання кінцівок, тоді як сьогодні великої ваги надають кількісним оцінкам в загальноприйнятих для даного фізіологічного показника одиницях.

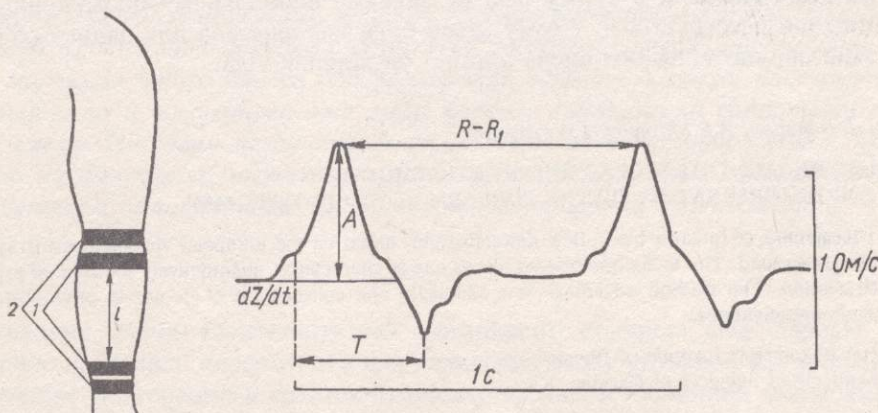
Серед неінвазивних методів дослідження кровообігу значне місце займає тетраполярна реоплетизмографія [5], яка базується на реєстрації змін електричного опору внаслідок пульсових коливань кровонаповнення [3] і використовується, в основному, для визначення серцевого виштовху. Реоплетизмографічний метод дослідження має ряд суттєвих переваг. Закріплення легких електродів на поверхні тіла не вносить ніяких змін в місцевий та загальний кровообіг і практично не створює почуття дискомфорту у пацієнта, на відміну від механічної плетизмографії. Крім того, безперечною перевагою реоплетизмографії є її повна атравматичність, можливість тривалого обстеження і багаторазового повторення досліджень в стані спокою та при різних функціональних навантаженнях. Вивченню можливості використання тетраполярної реоплетизмографії для визначення кровоструменя в кінцівці присвячена ця робота.

Методика

Кровострумінь в кінцівках визначали у 25 практично здорових чоловіків в Інституті фізіології ім.О.О.Богомольця та у 28 хворих на вібраційну хворобу II стадії в клініці профзахворювань Київського медичного університету, вік обстежених — 30—50 років. На обох передпліччях розташовували по дві пари кільцевих електродів, відстань між якими була фіксованою і дорівнювала 15 см (мал. 1). Реєстрацію реоплетизмограми та її першої похідної здійснювали за допомогою двухканального реоплетизмографа РПГ 2-03 та комп'ютерного реоаналізатора РА 5-01 з використанням центрального каналу, призначеного (за інструкцією) для запису трансторакальної реоплетизмограми. Регіонарний кровострумінь (РК) розраховували аналогічно серцевому виштовху за формулою:

$$PK = \rho l^2 / Z^2 \cdot A \cdot T \cdot ЧСС,$$

де РК — регіональний кровострумінь, мл/хв; ρ — питомий опір крові, який дорівнює в середньому 150 або, за деякими даними, 135 Ом·см; l — відстань між вимірювальними електродами, в даному разі — 15 см; Z — базисний опір, Ом; A — амплітуда диференційованої реоплетизмограми, Ом/с; T — період вигнання крові, с; ЧСС — частота серцевих скорочень, хв⁻¹. Спосіб визначення необхідних показників зображено на мал. 2.



Мал. 1. Схема розміщення електродів для визначення кровоструменя в кінцівці: 1 — струмові електроди, 2 — вимірювальні електроди, l — відстань між вимірювальними електродами.

Мал. 2. Розмітка реоплетизмографічної кривої для розрахунку кровоструменя: dZ/dt — диференційована реоплетизмограма, A — амплітуда кривої, T — період вигнання крові, $R-R_1$ — відстань між двома найближчими циклами кривої.

Використання цієї формули для визначення регіонарного кровоструменя обумовлено тим, що вона базується на залежності коливань електричного опору будь-якої ділянки тіла від змін її об'єму [3]. Для циліндричного об'єкту ця залежність набуває такого вигляду:

$$\Delta V = -\rho \cdot \Delta Z / Z^2 \cdot l^2,$$

де ΔV — зміни об'єму, мл; ΔZ — максимальний зсув загального опору ділянки, Ом. Широкому застосуванню цієї формули для кількісної оцінки кровонаповнення в одиницях об'єму багато років заважали труднощі, пов'язані з визначенням саме ΔZ . Але після одержаної з появою диференціаторів можливості реєструвати диференційовану реоплетизмограму з'явився і дуже простий спосіб розрахунку ΔZ , а саме: $\Delta Z = A \cdot T$. Ця формула для визначення змін об'єму крові широко відома, як формула Кубічека, і використовується для розрахунку серцевого виштовху. Але ж початково вона ви-

водилася для будь-якого циліндричного об'єкту і тому може бути застосована і для визначення кровоструменя в будь-якій ділянці тіла.

Результати та їх обговорення

Внаслідок виконаних обстежень показано, що середні значення кровоструменя в передпліччі здорових людей становлять $162,25 \pm 4,92$ в «робочій» кінцівці (у більшості — це права кінцівка) та $143,03$ мл/хв $\pm 4,81$ мл/хв в «неробочій» кінцівці. У хворих на вібраційну хворобу значення кровоструменя дорівнювали $76,02 \pm 2,82$ та $92,94$ мл/хв $\pm 3,77$ мл/хв відповідно, що вірогідно нижче, ніж у здорових людей; причому більш виражене зниження кровоструменя відбувається в «робочій» кінцівці. Наведені результати добре узгоджуються з даними літератури [1, 2], які свідчать про наявність у хворих на вібраційну хворобу II стадії обмеження кровопостачання кінцівок, особливо в активній, тобто «робочій», ділянці.

Отримані значення кровоструменя в передпліччі цілком співпадають із значеннями, розрахованими за допомогою методу оклюзійної плетизмографії [4]. Але на відміну від механічної плетизмограми реоплетизмограму можна реєструвати з більшого числа ділянок тіла чи органів, тому що деякі з них недоступні для прямих волюметричних досліджень. Крім того, реоплетизмографія ні в якому разі не заважає нормальному протіканню реакцій, що реєструються, і тому може бути використана для запису об'ємних змін значно більшого числа органів чи ділянок тіла.

L.B.Doloman, A.S.Khromov, I.A.Parpaley

USE OF THE TETRAPOLAR RHEOPLETHYSMOGRAPHY FOR DETERMINATION OF THE FOREARM BLOOD FLOW IN MAN

The method of forearm blood flow determination, based on the tetrapolar rheoplethysmography has been described. The technique offered allows one to characterize quantitatively the state of peripheric circulation. The method advantage is a simplicity and convenience of its use in physiological and clinic investigations.

A.A.Bogomoletz Institute of Physiology,
Academy of Sciences of Ukraine, Kiev

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Артамонова В.Г., Кускова Л.В., Радивілов М.К., Швалев О.В. К диагностике эндокринно-сосудистых нарушений при вибрационной болезни: Метод. рекомендации. — Л., 1988. — 24 с.
2. Асадуллаев М.М. Клинико-реовазографические и реоэнцефалографические параллели при вибрационной патологии // Гигиена труда и профзаболеваний. — 1985. — № 9. — С. 39—41.
3. Кедров А.А. О новом методе определения пульсовых колебаний кровенаполнения сосудов в различных участках человеческого тела // Клини. медицина. — 1941. — 19, № 1. — С. 71—80.
4. Орлов В.В. Плетизмография (методы и применение в экспериментальных и клинических исследованиях). — М., Л.: Изд-во АН СССР, 1961. — 254 с.
5. Kubicek W.G., Patterson R.P., Witsoe D.A. Impedance cardiography as a noninvasive method of monitoring cardiac function and other parameters of the cardiovascular system // Ann.N.Y.Acad.Sci. — 1970. — 170, № 2. — P. 724—732.

Ін-т фізіології ім.О.О.Богомольця
АН України, Київ

Матеріал надійшов
до редакції 16.01.92