

Г. А. ГАВРИЛОВА, Н. П. ГЕРАСИМОВА, В. Ф. СМЕРНОВ

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ РАДИОКАРДИОГРАФИЯ С ГИППУРАНОМ J¹³¹

Возможность сравнения значений минутного объема сердца (МОС) больного в различные сроки лечения, при различных изменениях состояния организма имеет важное значение для практической кардиологии.

Радиокардиографический метод принадлежит к числу наименее трудоемких и обременительных для больного способов количественной оценки МОС.

В основе радиокардиографического метода лежит соотношение

$$\text{МОС} = \frac{Q}{N} \times W, \quad (1)$$

где Q обозначает количество радиоактивного индикатора, введенного в кровеносную систему;

N —общее число импульсов, зарегистрированных прекордиальным детектором, при однократном прохождении индикатора через камеры сердца и другие участки системы кровообращения, находящиеся в поле зрения детектора излучения;

W —так называемый эффективный объем.

Величина W является, по существу, калибровочным коэффициентом для системы объект—детектор излучения, она зависит от пространственного распределения эффективности регистрации излучения относительно сосудов, находящихся в поле зрения детектора. Численно эффективный объем равен скорости счета импульсов, регистрируемых детектором при единичной концентрации индикатора в циркулирующей крови.

Для оценки МОС в абсолютных единицах требуется определить или исключить из соотношения (1) величину W . Это легко разрешимо, если в качестве индикатора применен альбумин человеческой сыворотки, меченный радиоактивным йодом (RIHSA).

Для определения эффективного объема W измеряют скорость счета импульсов, регистрируемых прекордиальным детектором, и концентрацию C индикатора в крови в условиях равновесия:

$$W = n/c. \quad (2)$$

С учетом (2) основное соотношение для определения МОС:

$$\text{МОС} = \frac{Q}{N} \times \frac{n}{c}. \quad (2)$$

Таким образом, определение МОС с RIHSA требует двух измерений *in vitro* (общей активности введенного индикатора Q и активности 1 мл крови) и двух измерений *in vivo* (равновесной скорости счета n и общего числа N импульсов, зарегистрированных прекордиальным детектором в результате однократного прохождения индикатора через систему сердечных камер и сосудов).

Обычно для повторного определения МОС вводят новую порцию меченого альбумина и опять проводят все перечисленные выше измерения. Необходимо при этом учитывать активность индикатора, оставшегося в крови после предыдущего определения МОС. Это нетрудно сделать в отношении величин n и N , измеряемых с помощью прекордиального детектора. Однако для точной оценки концентрации C может понадобиться дополнительный забор проб крови перед началом повторного определения МОС.

Чтобы неточности учета остаточного фона RIHSA меньше влияли на результаты повторных определений МОС, нужно каждый раз повышать уровень вводимой активности.

Недостатком повторных определений МОС со всеми перечисленными выше измерениями является также необходимость дополнительных венопункций.

Ниже рассматривается один из возможных путей упрощения техники многократных определений МОС.

Из уравнения (1) следует, что

$$\frac{(\text{МОС})_1}{(\text{МОС})_2} = \frac{Q_1}{Q_2} \times \frac{N_2}{N_1} \times \frac{W_1}{W_2}. \quad (4)$$

При равенстве эффективных объемов ($W_1 = W_2$)

$$\frac{(\text{МОС})_1}{(\text{МОС})_2} = \frac{Q_1}{Q_2} \times \frac{N_2}{N_1} = \frac{Q_1}{Q_2} \times \frac{S_2}{S_1}, \quad (5)$$

где S_1 и S_2 — площади под кривыми разбавления индикатора.

Таким образом, если при повторном определении точно воспроизвести условия регистрации излучения, существовавшие при первом определении МОС, то для сравнения двух значений минутного объема сердца достаточно определить отношения введенных активностей (Q_1/Q_2) и площадей (S_2/S_1) под кривыми разбавления индикатора.

Если эффективный объем сохраняется постоянным, то для сравнения значений МОС больного практически можно применять любой индикатор, хорошо растворяющийся в циркулирующей крови и не диффундирующий из сосудов и капилляров на пути между местом инъекции и объемом, «просматриваемым» детектором излучения.

Для многократных оценок абсолютных значений МОС представляют интерес соединения, меченные J^{131} и обладающие свойством быстро

выводиться из крови в системе большого круга, но не покидать кровь при однократном прохождении через сердце, легкие и сосуды малого круга кровообращения. При использовании таких соединений с RIHSA можно устранить некоторые недостатки многократных оценок МОС в абсолютных единицах с использованием одного меченого альбумина.

В настоящей работе была исследована возможность использования в качестве индикатора для радиокардиографических исследований гиппурана, меченного радиоактивным J^{131} .

Пригодность гиппурана J^{131} для использования в радиокардиографических исследованиях была установлена путем сравнения кривых разбавления RIHSA и гиппурана J^{131} , зарегистрированных прекардиальным детектором в одинаковых условиях. 20 больным проводилась последовательно радиокардиография с RIHSA и радиоизотопная ренография с гиппураном J^{131} .

Больной исследовался в положении сидя. Экранированный скитилляционный детектор с кристаллом $NaJ(Fe)$ 50×50 мм, оснащенный коллиматором с цилиндрическим отверстием (диаметр отверстия 40 мм и длина 80 мм), устанавливался над областью абсолютной сердечной тупости. Сначала в правую локтевую вену больного быстро вводилось приблизительно 15 мкк RIHSA в объеме около 0,5 мл. Количество введенного индикатора точно определялось путем измерения в строго постоянных геометрических условиях активности, содержащейся в заполненном шприце и в шприце после инъекции. Через 15 мин после записи радиокардиограммы с RIHSA из вены забиралась проба крови и определялась концентрация С, затем больному вводилось около 30 мкк гиппурана J^{131} (также в объеме 0,5 мл), причем прекардиальный детектор оставался в том же положении, что и при первой записи.

На рис. 1 представлены две радиокардиограммы одного и того же больного, снятые с RIHSA и с гиппураном J^{131} .

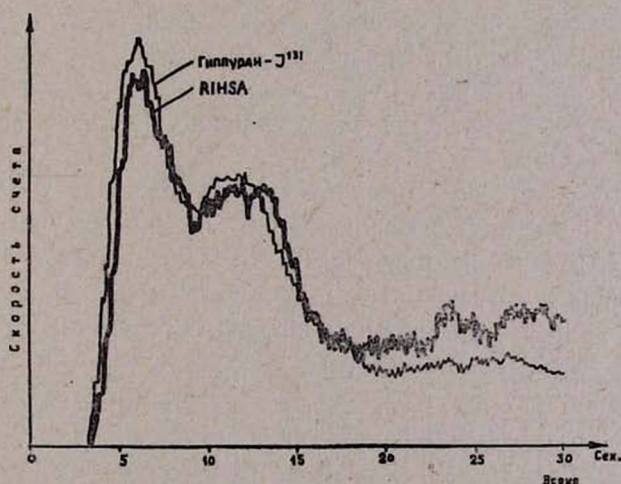


Рис. 1.

Из рис. 1 видно, что обе кривые проходят достаточно близко друг от друга на участках, соответствующих однократному прохождению индикатора через камеры сердца. Расхождение между кривыми начинает проявляться только в области интенсивной рециркуляции.

Значительные различия формы РКГ, снятых с альбумином и гиппураном, наблюдались в 6 случаях. Все эти расхождения могли быть объяснены недостаточно быстрым поступлением одного из индикаторов в правую половину сердца (рис. 2).

Однако близость по форме большинства кривых, полученных с RIHSA и гиппураном J^{131} , говорит о пригодности последнего для каче-

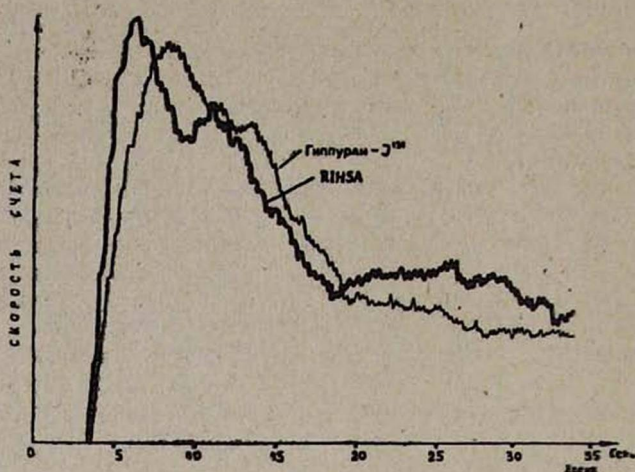


Рис. 2

ственной радиокардиографии [2], а также для радиокардиографических исследований, основанных на определении характеристик формы кривой, зарегистрированной прекордиальным детектором: значения показателей экспоненциального спада составляющих радиокардиограммы для правой и левой половин сердца, отношение площадей, ограниченных этими составляющими.

По-видимому, для оценки степени регургитации при различной внутрисердечной патологии можно пользоваться значениями этих характеристик, определенными в результате исследований с меченым альбумином [1].

Вопрос о пригодности гиппурана для многократных оценок МОС требует сопоставления чисел импульсов N , зарегистрированных прекордиальным детектором при однократном прохождении этого индикатора и RIHSA через камеры сердца малого круга кровообращения или соответствующих этим числам площадей под экстраполированными кривыми разбавления.

На рис. 3 представлены результаты этого сопоставления для 20 обследованных больных. По горизонтальной оси этого графика отложены значения МОС, определенные по данным радиокардиографии с RIHSA, а по вертикальной оси — значения МОС, вычисленные по формуле:

$$MOC_H = (MOC)_R \frac{Q_H}{Q_R} \times \frac{S_R}{S_H}, \quad (6)$$

где Q_H/Q_R — отношение введенных активностей, S_R/S_H — отношение площадей под кривыми разбавления гиппурана и RIHSA.

Как видно из графика, точки, соответствующие парам значений MOC_R и MOC_H , лежат вблизи прямой, проходящей через начало координат.

Среднее значение отношения $(MOC)_H/(MOC)_R = (Q_H/Q_R) \cdot (S_R/S_H)$ для этих 20 случаев составляет 0,96, а относительное среднее квадратичное отклонение результата отдельного определения $(MOC)_H/(MOC)_R$ от средней величины $\pm 8\%$.

На основании результатов радиокардиографии с RIHSA и с гиппураном J^{131} можно рассмотреть некоторые возможные процедуры радиокардиографических исследований.

Относительные оценки МОС путем повторных инъекций одного гиппурана и сравнения площадей под кривыми разведения с учетом к выде-

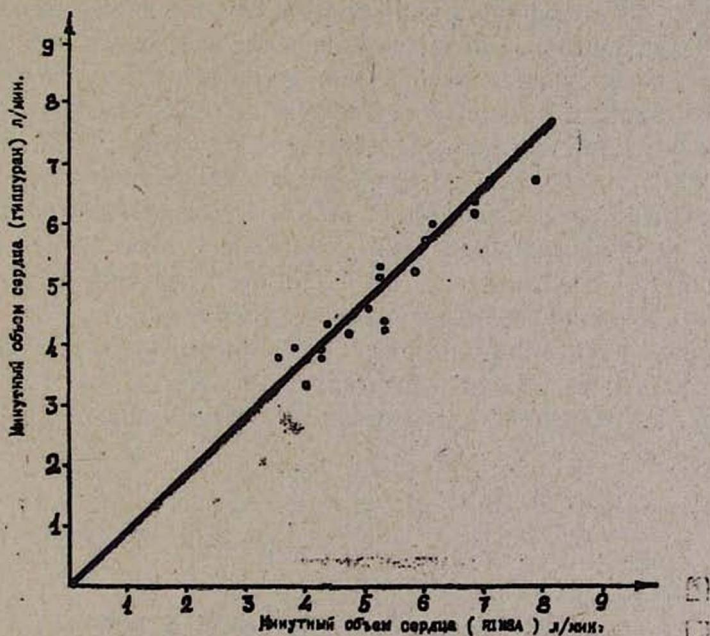


Рис. 3.

ленной активности. Подобные оценки предполагают постоянство значений эффективного объема W для каждого измерения. Не представляет особых технических трудностей обеспечение постоянной (в пределах $\pm 2-3\%$) чувствительности детектирующей части радиометра либо за счет применения стабильно работающей аппаратуры, либо путем регулировки ее по стандартному источнику перед каждой записью РКГ.

Непрудно также обеспечить идентичность положения детектора относительно сердца при каждом сравнительном измерении МОС. Для этого больной должен всегда принимать определенное положение, а

детектор—устанавливаться над грудной клеткой по заранее нанесенным отметкам на поверхности кожи. Исследование показало, что влияние минутного объема сердца больного на эффективный объем не слишком существенно.

Систематическое изменение равновесной скорости счета, а следовательно, и эффективного объема в связи с увеличением пульса под действием физической нагрузки отсутствует.

Другой вопрос, требующий рассмотрения, относится к влиянию фона, создаваемого излучением остаточного гиппурана, на результаты последующего радиокардиографического исследования.

Как известно, активность гиппурана регистрируется прекордиальным детектором и после первой («радиокардиографической») фазы монотонно уменьшается. В течение первых 2—3 мин. этот спад происходит очень быстро. Однако в дальнейшем скорость относительного падения сигнала значительно снижается, составляя через 5 мин. после инъекции приблизительно 6% в минуту. Допустимо считать, что начиная с 5-й мин. фон остаточного гиппурана остается практически неизменным в течение одной минуты. За это время можно достаточно точно измерить непосредственно перед повторной инъекцией значение остаточного фона и зарегистрировать новую кривую разбавления индикатора. Спустя 10 мин относительная скорость убывания остаточной активности снижается до 2—3% в минуту. Учет остаточного фона для повторных РКГ, зарегистрированных в этот период, не представляет каких-либо затруднений.

Абсолютные оценки значений МОС, путем однократного введения RIHSA и многократных инъекций гиппурана. В этом случае первое измерение МОС производится по известной методике с применением RIHSA, а последующие—с применением гиппурана.

Можно вводить только небольшое количество (3—5 мкк) RIHSA, достаточное для определения эффективного объема W [3]. В этом случае все кривые разбавления, включая первую, регистрируются после инъекции гиппурана.

Ин-т усовершенствования врачей,
г. Москва

Поступило 23/VII 1971 г.

Գ. Ա. ԳԱՎՐԻԼՈՎԱ, Ն. Պ. ԳԵՐԱՍԻՄՈՎԱ, Վ. Յ. ՍՄԻՐՆՈՎ

ՔԱՆԱԿԱԿԱՆ ՌԱԴԻՈԿԱՐԴԻՈԳՐԱՖԻԱ յ¹³¹ ՀԻՊՊՈՒՐԱՆՈՎ

Ա. մ փ ո փ ու մ

Աշխատանքի մեջ ցույց է տրված 131 հիպպուրանի կիրառման հնարավորությունը և առաջարկված են պայմաններ՝ հիվանդի սրտի ռոպեական ծավալի համեմատական գնահատականների համար, այդ ինդիկատորի կորերի մակերեսների հարաբերության որոշման եղանակով:

G. A. GAVRILOVA, N. P. GERASSIMOVA, V. F. SMIRNOV

QUANTITATIVE RADIOCARDIOGRAPHY WITH HIPPURAN J¹³¹

S u m m a r y

The paper indicates the range and determines the conditions of hippuran J¹³¹ application for comparative of the minute volume of the heart of the patient by ascertaining the relation of spaces while diluting this indicator.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Малов Г. А., Уваров В. В. Мед. радиология, 1969, 7, 2. Францев В. И., Харин В. Ю., Лебедева Э. А. Применение радиоактивных изотопов в кардиологии. Ереван, 1969, 38—40.
2. 3. Strangfeld D., Buchaltk, Schneider G. III Symposium der Arbeitsgruppe Nuclearmedizin. 1966, 9, 128—132.