

CONTADOR DE PULSOS DE QRS

ESTUDO DA RELAÇÃO ENTRE GASTO ENERGÉTICO E FREQUÊNCIA CARDÍACA.

P.A. Pedroso¹, C. Gattei¹, A.L. Cardoso²,
P.A.P. Saraiva³

RESUMO -- O gasto energético (GE) pode ser medido através de calorimetria direta ou indireta. Dois dos AA descreveram anteriormente um sistema fechado de calorimetria indireta aplicável a recém-nascidos (RN), de maneira prática e precisa (1,2). Esse sistema, que foi desenvolvido à partir das dosagens de gases por cromatografia gasosa empregada na medida do GE de adultos, não é ideal para determinação contínua do GE. A partir da correlação existente entre o GE e a frequência cardíaca (FC) os AA neste trabalho apresentam um contador simultâneo de batimento cardíaco (QRS) e tempo em segundos para ser usado no período de determinação do GE. Calculado o GE pela medida do consumo de O₂ (VO₂), produção de CO₂ (VCO₂) e do quociente respiratório (R) simultaneamente com a FC, em diferentes situações, é possível determinar a equação de regressão GE=f(FC). Assim, o GE passa a ser facilmente determinado apenas pela contagem dos batimentos cardíacos, medida pelo contador "QRS/SEGUNDO" desenvolvido pelos AA no Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia. Este trabalho apresenta os resultados iniciais da medida em 20 pacientes.

INTRODUÇÃO

O estudo do metabolismo energético é feito há mais de um século em adultos e crianças maiores. Até há cerca de 30 anos atrás, não havia entre os vários métodos existentes, possibilidades práticas de aplicação em crianças de baixa idade e recém-nascidos (RN).

A energia produzida pelo organismo através dos processos metabólicos pode ser medida por calorimetria direta ou indireta.

A calorimetria direta mede o gasto energético (GE) do indivíduo em ambiente isolado, onde o calor liberado é produto do metabolismo. Embora seja em princípio simples, exige técnicas complexas e de alto custo para sua aplicação. Por esse motivo não é muito usada clinicamente.

¹ Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia/ Fundação Adib Jatene, São Paulo - SP, Brasil.

² Instituto da Criança "Professor Pedro de Alcântara" - HC-FMUSP.

³ Divisão de Anestesia e Instituto de Ortopedia e Traumatologia do HC-FMUSP e Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia.

A calorimetria indireta calcula o GE pela mensuração das trocas respiratórias entre o indivíduo e o ambiente. Pela análise dos gases expirados, é possível determinar:

a) o consumo de O_2 ($\dot{V}O_2$):

$\dot{V}O_2 = \dot{V}iO_2 - \dot{V}eO_2$, onde $\dot{V}iO_2$ é o volume de O_2 inspirado e $\dot{V}eO_2$ o volume de O_2 expirado.

$\dot{V}iO_2 = \dot{V}i * FiO_2$, onde $\dot{V}i$ é o volume inspirado e FiO_2 a concentração fracionada inspiratória de O_2 .

$\dot{V}eO_2 = \dot{V}e * FeO_2$, onde $\dot{V}e$ é o volume expirado e FeO_2 a concentração fracionada expiratória de O_2 .

$\dot{V}i$ é calculado através do $\dot{V}N_2$ (consumo de N_2), que em situação estacionária é nulo. Assim:

$$\dot{V}N_2 = \dot{V}i * FiN_2 - \dot{V}e * FeN_2 = 0$$

$$\dot{V}i * FiN_2 = \dot{V}e * FeN_2$$

que permite calcular $\dot{V}i$:

$$\dot{V}i = \dot{V}e * FeN_2 / FiN_2$$

e finalmente $\dot{V}O_2 = \dot{V}e * (FeN_2 * FiO_2 / FiN_2 - FeO_2)$

b) a produção de CO_2 ($\dot{V}CO_2$):

$\dot{V}CO_2 = \dot{V}e * FeCO_2$, onde $FeCO_2$ é a concentração fracionada de CO_2 no gás expirado.

c) o quociente respiratório "R":

$$R = \dot{V}CO_2 / \dot{V}O_2$$

que são proporcionais à quantidade de calor liberada pelo metabolismo.

Diversas técnicas têm sido usadas para medir os gases inspirados e expirados para o estudo da calorimetria direta ou indireta em sistemas abertos ou fechados. Todos esses sistemas são complexos, dependendo de tecnologia dispendiosa e muitas vezes inacessível aos centros de países em desenvolvimento. O sistema desenvolvido por dois dos AA deste trabalho tornou fácil e precisa a determinação do GE em situações definidas, porém apenas em tempo limitado.

A medida do GE é importante para a tomada de decisões metabólicas e nutricionais relativas a doentes com diferentes patologias, "stresses" clínicos ou cirúrgicos, infectados ou não, em convalescença ou não.

A possibilidade de estimar a taxa metabólica através de medição da frequência cardíaca (FC) permite monitoração contínua extremamente mais simples do metabolismo energético com menor interferência nos padrões comportamentais dos RN, desde que seja aferida previamente pela determinação do GE via medida dos gases respirados.

Antes de aplicar em RN, o sistema foi estudado em 20 diferentes pacientes, adultos e crianças com mais de 6 anos para estudar a correlação GE : FC e que foram o objetivo deste trabalho.

MATERIAL E METODOS

A determinação do GE é feita pelas medidas de $\dot{V}O_2$, $\dot{V}CO_2$ e R, usando a fórmula de Weir modificada;

$$GE = [3,9*(\dot{V}O_2) + 1,1*(\dot{V}CO_2)] * 1,44 \text{ em cal/Kg/dia}$$

As concentrações fracionadas dos gases são medidas por cromatografia gasosa que emprega o cromatógrafo CG35 e o integrador processador CG300, como descrito em trabalhos anteriores (1,2).

O contador QRS/SEGUNDO desenvolvido no Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia foi acoplado ao monitor Funbec 4-1CN ligado ao paciente em derivação para ressaltar o QRS durante o período em que se fazia a coleta dos gases para a determinação do GE.

Foram examinados 20 pacientes de diferentes idades e em diferentes condições, em repouso por 30 minutos após realização da expirimetria forçada em posição sentada.

RESULTADOS E COMENTÁRIOS

Os resultados obtidos à partir dos testes realizados são mostrados na tabela 1, onde:

$$X = GE / Kg / dia$$

$$Y = \text{Frequência cardíaca} / \text{tempo gasto em segundos} / 60$$

$$Z = X / Y = \text{Coeficiente da relação entre GE : FC}$$

TABELA 1

X SOMA X = 540.74
 MED. X = 27.037
 (N-1) VAR. = 63.277885
 DESV. FADR. = 7.9547398
 COEF. VAR = 29.421681
 (N) VAR = 60.113991
 DESV. FADR. = 7.7533213
 COEF. VAR = 28.676707

Y SOMA Y = 1936.71
 MED. Y = 96.8355

 (N-1) VAR. = 506.46917
 DESV. FADR. = 22.50487
 COEF. VAR. = 23.24031
 (N) VAR = 481.14572
 DESV. FADR. = 21.935034
 COEF. VAR. = 22.651852

SOMA X2 = 15822.267
 SOMA Y2 = 197165.2
 SOMA XY = 53056.835

COV. (N-1) = 36.526673
 COV. (N) = 34.70034

CORRELAÇÃO = 0.204

REGRESSÃO LINEAR

MELHOR AJUSTE PARA:

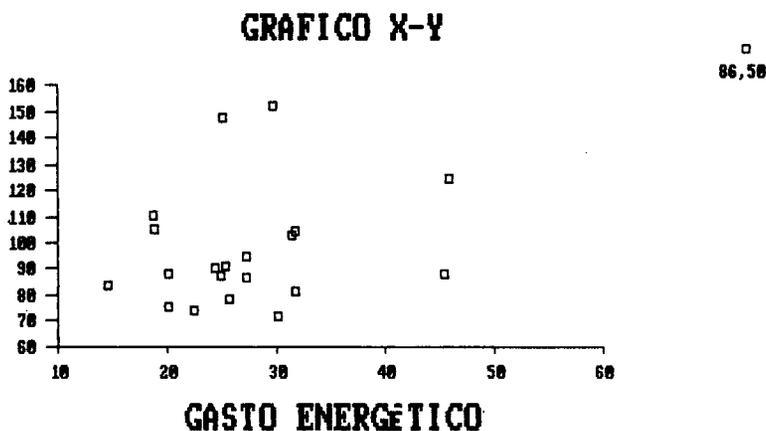
$$Y = 81.228599 + 0.57724232 * X$$

$$R^2 = 0.0416$$

NUMERO	= X =	= Y =	= Z =
1	27.23	86.5	0.3148
2	29.73	152	0.1956
3	27.23	94.67	0.2876
4	20.07	75.25	0.2667
5	18.69	110.3	0.1694
6	25.64	78.5	0.3266
7	25.13	148	0.1698
8	31.74	81	0.3919
9	45.84	124.8	0.3673

10	31.45	102.79	0.3060
11	31.71	104.2	0.3043
12	30.2	71.5	0.4503
13	24.37	90.5	0.2693
14	22.47	73.5	0.3057
15	45.43	88	0.5163
16	25.38	91.1	0.2786
17	14.54	83.6	0.1739
18	18.85	105	0.1795
19	24.88	87.5	0.2843
20	20.16	88	0.2291

FREQUENCIA CARDIACA



Os resultados obtidos mostraram que não houve uma correlação grande entre o GE / FC do grupo como um todo, o que está de acordo com a idéia inicial. Daí a importância de se fazer a medida simultânea do GE e da FC, para ajustar os dados de cada paciente, onde $GE = f(FC)$.

Este fato geralmente não tem sido considerado em serviços de algum padrão que não dispõem do sistema para determinação do GE à partir dos gases expirados.

A tabela de Z mostra o coeficiente de relação entre o GE e a FC para cada paciente em particular. Dessa maneira, em um novo teste no mesmo paciente com uma frequência cardíaca diferente, basta usar diretamente a relação $GE = Z * FC$ e obtém-se o seu gasto energético nas condições do momento. Além disso, essa tabela mostra que este coeficiente varia bastante de um paciente para outro, comprovando mais uma vez a necessidade de se individualizar a correlação GE/FC para cada paciente.

CONSIDERAÇÕES

Extremamente simples, a aparelhagem utilizada para a medição do gasto energético através da frequência cardíaca conta apenas com um monitor cardíaco e um contador simultâneo QRS/SEGUNDO, como citado anteriormente.

Este aparelho consiste de uma fonte, um sistema gerador de segundos e um detector de QRS, acoplados a contadores e displays.

Na parte traseira do aparelho existe uma entrada de ECG para o sinal proveniente de um monitor cardíaco. Além disso, foi também aí colocada uma chave de ajuste de sensibilidade para melhorar prováveis problemas na detecção do QRS ocasionados por algumas variações mais marcantes entre os sinais cardíacos de pacientes. Desta forma, para pacientes com uma onda QRS muito pequena, aumenta-se a sensibilidade, possibilitando-se captar o sinal. Para sinais cardíacos com uma onda T muito grande diminui-se a sensibilidade, evitando-se assim que o aparelho considere essa onda T mais um QRS. Isto melhora consideravelmente a precisão do aparelho.

Verificando-se a configuração interna do aparelho, observa-se a existência de dois conjuntos de contadores, um para a contagem dos pulsos de QRS e outro para os segundos.

Na parte frontal do aparelho, existe uma chave que, através do comando de "latches", seleciona a visualização nos displays do número de pulsos cardíacos ou segundos contados.

O aparelho apresenta também uma chave de contato momentâneo que zera ambos os contadores. Ao ligar o "CONTADOR SIMULTANEO QRS/SEGUNDO", os contadores são automaticamente zerados.

Para iniciar o teste, deve-se passar a chave para a posição "contagem". A partir desse instante, inicia-se a contagem de ambos os pulsos simultaneamente e para finalizá-la, após o tempo de teste desejado, muda-se a chave para a posição "parar".

CONCLUSOES

O contador simultâneo QRS/SEGUNDO apresentou um desempenho muito bom e confiável, tornando fácil a medida do gasto energético em tempo prolongado.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. SARAIVA, P.P., CARDOSO, A.L..(1987), "Contribuição para o Estudo das Trocas Respiratórias em Crianças - Utilização de um Sistema Fechado", *Jornal de Pediatria*, Volume 62 (5).
2. SARAIVA, P.P., CARDOSO, A.L. (1987), "Consumo de Oxigênio Produção de CO₂ e Gasto Energético em Recém-Nascido de Termo - Influência da Atividade Física", *Jornal de Pediatria*, Volume 63 (1).
3. CHESSEX, P., REICHMAN, B.L., VERELLEN, G.J.E., PUTET, G., SMITH, J.M., HEIM,T., SWYER, P.R., "Relation Between Heart Rate and Energy Expenditure in the Newborn".
4. PAYNE, P.R., WHEELER, E.F., SALVOSA, C.B., "Prediction of Daily Energy Expenditure from Average Pulse Rate", *The American Journal of Clinical Nutrition*, September 1971.
5. SCHULZE; K., KAIRAM, R., STELANSKI, M., SCIACCA, R., BATEMAN, D., DELL, R., JAMES, L.S., " Spontaneous Variability in Minute Ventilation Oxygen Consumption and Heart Rate of Low Birth Weight Infants".
6. GANDRA, Y.R., BRADFIELD, R.B., "Energy Expenditure and Oxygen Handling Efficiency of Anemic School Children", *The American Journal of Clinical Nutrition*, December 1971.
7. BRADFIELD, R.B., "A Technique for Determination of Usual Daily Energy Expenditure in the Field", *The American Journal of Clinical Nutrition*, September 1971.
8. BRADFIELD, R.B., HUNTZICKER, P.B., and FRUEHAN, G.J., "Simultaneous Comparison of Respirometer and Heart-Rate Telemetry Techniques as Measures of Human Energy Expenditure", *The American Journal of Clinical Nutrition*, 1969.
9. SPADY, D.W., PAYNE, P.R., PICOU, D. and WATERLOW, J.C., "Energy Balance During Recovery from Malnutrition", *The American Journal of Clinical Nutrition*, October 1976.
10. BERG, K., "Heart-Rate Telemetry for Evaluation of the Energy Expenditure of Children With Cerebral Palsy", *The American Journal of Clinical Nutrition*, December 1971.

QRS PULSE COUNTER

STUDY OF THE CORRELATION BETWEEN HEART-RATE AND ENERGY EXPENDITURE

ABSTRACT -- The energy expenditure (EE) can be calculated by direct or indirect calorimetry. Two of the authors have previously described a practical and precise closed system of indirect calorimetry for application in newborn infants. This system, developed by means of gases dosages made by gas chromatography used in the measurement of adults EE, isn't, however, practical enough for use in continuous determination of EE. Thinking of the correlation between EE and heart-rate (HR), the authors present in this paper a "QRS/SECOND SIMULTANEOUS COUNTER" to be used during the period of EE determination. By calculating EE by means of measurement of O_2 consumption ($\dot{V}CO_2$), CO_2 production ($\dot{V}CO_2$) and respiratory quotient (R) simultaneously with FC, in different conditions, it's possible to determine the regression lines of $EE = f(HR)$. Thus, EE can now be determined just counting the heart beats, which is made by the "QRS/SECOND SIMULTANEOUS COUNTER" developed by two of the authors in the "Istituto Dante Pazzanese de Cardiologia". This paper presents the results of the measurement of 20 patients.