

2/11
JOÃO MODESTO JUNIOR

CORRELAÇÃO DOS PARÂMETROS DO EQUILÍBRIO ÁCIDO-BÁSICO
DE SANGUE CAPILAR E VENOSO EM CRIANÇAS

Tese de doutoramento apresentada
à Faculdade de Ciências Médicas
da Universidade Estadual de Cam
pinas.

1973

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Reitor: Prof. DR. ZEFERINO VAZ

Coordenador Geral da Universidade: Prof. DR. PLÍNIO ALVES DE MORAIS

Diretor: Prof. DR. JOSÉ LOPES DE FARIA

PROFESSORES TITULARES

Professor Doutor ANTONIO AUGUSTO DE ALMEIDA

Professor Doutor BERNARDO BEIGUELMAN

Professor Doutor CLÓVIS MARTINS

Professor Doutor GABRIEL OLIVEIRA DA SILVA PORTO

Professor Doutor JOÃO ALVARENGA ROSSI

Professor Doutor JOSÉ ARISTODEMO PINOTTI

Professor Doutor JOSÉ LOPES DE FARIA

Professor Doutor LUIZ SÉRGIO LEONARDI

Professor Doutor MANUEL PEREIRA

Professor Doutor MIGUEL IGNÁCIO TOBAR ACOSTA

Professor Doutor OSWALDO VITAL BRASIL

Professor Doutor NUBOR ORLANDO FACURE

Professor Doutor SILVIO DOS SANTOS CARVALHAL

PROFESSOR EMÉRITO

Professor Doutor ANTONIO AUGUSTO DE ALMEIDA

NOTA: a Faculdade não aprova nem reprova as opiniões
exaradas nas teses que lhe são apresentadas.

Ao

DR. GERALDO MODESTO DE MEDEIROS

A meus pais.

À Delma, minha mulher;
ao Ricardo e à Luciana, meus filhos.

Todo trabalho científico necessita, para a sua realização, da colaboração de toda uma equipe; por isso, agradecemos sinceramente:

— ao Professor Luiz Sérgio Leonardi, orientador desta Tese, pela colaboração, interesse e orientação, que tornaram possível a realização deste trabalho;

— ao Professor João Gilberto Maksoud, pela programação do trabalho e revisão do texto;

— Ao Dr. Adhemar Silveira de Toledo, ao Dr. Adolpho Menezes de Mello, ao Dr. Antonio Turra e ao Dr. Francisco Tosta, queridos companheiros do Departamento de Pediatria; a eles, nossa eterna amizade e gratidão;

— ao Dr. Maximo Akira Hanada, ao Dr. Paulo de Tarso Franco Furta do, ao Sr. Anisio Carneiro, à Sra. Dail Piva Rosin e ao Sr. Noboru Matsuzaki, pela confiança, estímulo e incentivo;

— aos médicos residentes, Dr. Armando Ferreira da Silva Filho, Dr. Clovis Roberto Bevilacqua, Dra. Maria Christina Mello Prado e Dra. Maria José Ibanhes do Amaral, e aos doutorandos, Luís Carlos Motta Lima, Marcelo Piera Quer, Oscar de Toledo Cesar Jr. e Wilson Roberto Telles, pelo auxílio em todas as etapas do trabalho;

— à Irmã Joselia Jordão, pelo auxílio técnico;

— à Srta. Cicilia Yuko Wada, pela inestimável ajuda recebida;

— ao Sr. Mauro Roberto de Rezende, pelo trabalho de datilografia.

Como sempre acontece, este trabalho resulta, enfim, da orientação dos muitos que influíram em nossa formação profissional, moral e científica. Permitam esses muitos fazê-los representar, neste meu afetuoso agradecimento, pelo prezado mestre e amigo leal, que nos tem prestigiado pela orientação, ajuda e incentivo constantes, em todos os setores da nossa vida profissional: Geraldo Modesto de Medeiros.

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	1
CASUÍSTICA E MÉTODO	8
RESULTADOS	15
DISCUSSÃO	25
CONCLUSÕES	31
APÊNDICE	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

1. INTRODUÇÃO

Mesmo após Christiansen, Douglas e Haldane terem, em 1914, demonstrado que a redução da oxihemoglobina determina aumento da concentração sanguínea de dióxido de carbono, os estudos sobre o equilíbrio ácido-básico continuaram a ser realizados em sangue arterial ou venoso. As diferenças entre os parâmetros do equilíbrio ácido-básico, no sangue arterial e venoso, em condições variadas, levaram à aceitação de que apenas amostras arteriais deveriam ser utilizadas nestas determinações (Van Slyke e Cullen, 1917; Van Slyke, 1921; Cullen e Robinson, 1923; Peters e cols., 1926, a, b; Shock e Hastings, 1934 e Yoshimura, 1936).

No entanto, observações da mesma época mostraram que estas diferenças diminuíam com a "arterialização" do sangue venoso, colhido de veia periférica, o que era obtido por aquecimento da região de colheita (Meakins e Davies, 1920; Dautrebande e cols. 1923 e Goldschmidt e Light, 1925).

Mais recentemente, Suskind e Rahn (1954) e Hackney e cols. (1958) verificaram que a diferença entre a pressão parcial de gás carbônico ($p\text{CO}_2$) no sangue arterial e no venoso é praticamente constante e igual a seis mmHg. Siggaard-Andersen (1963, a), por outro lado, verificou que a quantidade de base formada pela redução completa de 10 gramas de hemoglobina é constante e igual a 0,3 mEq, dentro dos limites de pH geralmente observados na prática clínica (7,00 a 7,80). Estes fatos permitem supor a existência de correlação entre os valores de pH e $p\text{CO}_2$, no sangue arterial e venoso. Parece-nos importante, no entanto, a possibilidade de estabelecer esta correlação em diversas situações, tendo em vista suas possíveis aplicações práticas.

O organismo adulto tem sido alvo de investigações sistemáticas acerca destas correlações e, em última análise, das diferenças existentes entre os parâmetros do equilíbrio ácido-básico, no sangue arterial e no venoso. Acreditamos oportuna uma análise sucinta destes estudos, a fim de mais claramente expor nossos propósitos.

Baseados nas observações anteriores de Meakins e Davies (1920), Dautrebande e cols. (1923) e Goldschmidt e Light (1925), estudos mais recentes mostraram que a "arterialização" do sangue venoso o torna muito semelhante ao arterial, para os propósitos de medida dos parâmetros do equilíbrio ácido-básico; o pH venoso é, em média, 0,015 menor que o arterial e a pCO_2 , 2mmHg maior. A pressão parcial de oxigênio (pO_2) e a porcentagem de saturação da hemoglobina, no entanto, apresentam grandes diferenças (Brooks e Wynn, 1959; Harrison e Galloon, 1965 e Collis e Neaverson, 1967).

Observações realizadas em adultos, normais e doentes, por Natelson e Tietz (1956), Gambino (1959, b, c, d), Searcy e cols. (1963), Austin (1965), Gambino (1966) e Gambino e cols. (1966), mostraram que as diferenças artério-venosas se tornam menores, se a colheita do sangue venoso for realizada sem garroteamento, durante o jejum e o repouso, estando o paciente convenientemente aquecido.

Estas diferenças são ainda menores utilizando-se o plasma venoso (Salenius, 1957 e Gambino, 1959, a).

Sob estas condições restritas de colheita e técnica de dosagem, os limites de variação do pH de plasma venoso, em sangue colhido de veia periférica de adultos normais, oscilam entre 7,38 e 7,41; portanto, bastante semelhantes aos limites normais de pH observados para o sangue arterial (Gambino, 1959, a e Gambino, 1966). O local de colheita e o uso de garroteamento não alteram os resultados (Salenius, 1957; Gambino, 1959, b e Gambino, 1966).

Embora a diferença seja realmente pequena na maioria das determinações, algumas dosagens mostram diferenças bastante significativas, às vezes da ordem de 0,10 para o pH e de 10 mmHg para a pCO_2 (Astrup e Schroder, 1956; Astrup, 1956; Straumfjord, 1958; Bergman e cols., 1963; Raison, 1963 e Little, 1964). Tais diferenças seriam explicadas pela não observância dos princípios técnicos de colheita, especialmente do repouso e aquecimento (Mitchell e cols., 1958; Gambino, 1959, c; Sharpey-Schafer e cols., 1965; Gambi

no, 1966; Doll e cols., 1968; Austin, 1972 e Osnes e Hermansen, 1972).

Estas observações iniciais despertaram o interesse de investigadores para o estudo dos parâmetros do equilíbrio ácido-básico no sangue venoso central. Tal interesse foi particularmente evidente em pacientes gravemente enfermos, que freqüentemente têm veia central canulada, e especialmente após se demonstrar que a pO_2 e a porcentagem de saturação da hemoglobina, em sangue venoso colhido de veia central, são índices precoces e precisos das alterações de volemia e de débito cardíaco (Boyde e cols., 1959; McArthur e cols., 1962; Mac Kenzie e cols., 1964; Theye e Tuohy, 1965; Valentine e cols., 1966; Goldman e cols., 1968; Clauss e Ray, 1968; Tice e cols., 1968; Brewis, 1969 e Grosfeld e cols., 1970).

As observações de Zahn e Weil (1966), Ramachandran e cols. (1968) e Cunitz e cols. (1971) sobre a correlação entre os parâmetros ácido-básicos de sangue arterial e venoso central, permitiram estabelecer fórmulas para o cálculo dos valores arteriais a partir dos venosos.

Por outro lado, Sutton e cols. (1967), Phillips e Peretz (1969) e Samet e cols. (1969) concordaram que, quando os valores medidos em sangue colhido de veia central são anormais, as diferenças artério-venosas são imprevisíveis, em relação aos correspondentes valores venosos, e não permitem o uso de sangue venoso central como substituto do arterial.

Do ponto de vista prático, porém, o componente metabólico pode ser determinado com suficiente precisão, para propósitos clínicos, no sangue venoso colhido de veia central. As alterações da pCO_2 são menos precisamente avaliadas. Estes autores concordaram ainda que, para valores venosos normais, os valores arteriais estarão dentro dos limites da normalidade, fato que, isoladamente, permite conclusões de importância prática incontestes.

Tais fatos demonstram, em última análise, o interesse dos investigadores na pesquisa e na verificação da validade de se utilizar o sangue ve

noso, de veia central ou não, no diagnóstico dos distúrbios do equilíbrio ácido-básico em diferentes situações clínicas.

Desta maneira, analisando retrospectivamente os trabalhos sobre o assunto, podemos assim situar o problema:

1. Os estudos têm se restringido a adultos. O organismo infantil carece de informações precisas e de pesquisas nele realizadas. As conclusões inerentes ao adulto não são extrapoláveis ao organismo infantil; determinações realizadas neste grupo etário, em sangue capilar, mostram valores normais diferentes dos estabelecidos para adultos (Cassels e Morse, 1953; Fischer e Toussaint, 1963; Albert e Winters, 1966; Vokác e Vávrová, 1968; Vieyra e cols., 1971 e Sanyal e cols., 1971).
2. Com a "arterialização" do sangue venoso, as diferenças artério-venosas assemelham-se aos desvios encontrados nas determinações que utilizam sangue capilar "arterializado", cujo uso é generalizado e aceito como representativo do sangue arterial (Siggaard-Andersen e cols., 1960; Gandy e cols., 1964; Desai e cols., 1965; Langlands e Wallace, 1965; Koch, 1965; Woolf, 1967 e Torjussen e Nitter-Hauge, 1967).
3. O sangue venoso periférico, colhido por técnica adequada, permite determinações cujos resultados não se afastam substancialmente dos obtidos no sangue arterial. As maiores diferenças, encontradas por alguns autores, seriam explicadas pela não observância de técnica de colheita conveniente.
4. Os resultados obtidos pelos diferentes autores, em sangue venoso colhido de veia central, são discordantes entre si, não havendo explicação coerente para o fato. Não obstante, a utilização de sangue venoso na prática clínica vem aumentando, quer para dosagem de pO_2 e porcentagem de saturação da hemoglobina,

quer para dosagem dos parâmetros do equilíbrio ácido-básico.

5. Utilizando-se sangue venoso colhido de veia central, a diferença entre os parâmetros do equilíbrio ácido-básico, em sangue arterial e venoso, independe do débito cardíaco e da porcentagem de saturação da hemoglobina do sangue venoso (Zahn e Weil, 1966).
6. O encontro de valores normais, em sangue venoso colhido de veia central, permite inferir que os parâmetros arteriais estão dentro da faixa de normalidade.

O recém-nascido tem sido objeto de estudos a respeito dos parâmetros do equilíbrio ácido-básico em sangue capilar e venoso, objetivando particularmente a fisiologia fetal. Assim, as amostras sanguíneas foram colhidas antes da primeira respiração, condição própria e específica do neonato (James e cols., 1958; Reardon e cols., 1960; Rooth, 1963; Rooth e Nilsson, 1964; Derom, 1964; Daniel e cols., 1966 e Koch e Wendel, 1968). Nas primeiras 24 horas de vida, Mac Rae e Palavradji (1966) encontraram correlação positiva entre estes parâmetros, em sangue capilar e venoso. Gandy e cols. (1964), por sua vez, não encontraram correlação entre estes valores; não se preocuparam, porém, em observar alguns princípios básicos na colheita do sangue venoso, ao que se atribui a causa de seus resultados discordantes. No entanto, os resultados, nesta idade, não são extrapoláveis ao lactente e crianças maiores, pois as condições fisiológicas inerentes ao recém-nascido não se superpõem aos outros grupos etários.

Dificuldade técnica no estudo das alterações do equilíbrio ácido-básico, nesta faixa etária, é a colheita adequada de amostra sanguínea. A punção arterial na criança é difícil e implica em riscos de trombose. A manutenção de cateter arterial por tempo prolongado envolve dificuldades técnicas e riscos.

A utilização de sangue capilar arterializado veio resolver o pro-

blema em parte. No entanto, nem sempre se consegue, através de uma única punção, a quantidade de sangue necessária. Além disto, não é habitual existir, em hospitais gerais, padronização técnica e condições necessárias para a medida de pH, pCO_2 e diferença base (DB.) em sangue capilar. Ainda, este método não é prático em sala cirúrgica e nem aceitável em condições de baixa perfusão periférica, seja devido a um baixo débito cardíaco, ou à hipovolemia.

Tal dificuldade poderia ser contornada, se pudéssemos, com bom grau de confiança, medir os parâmetros em sangue venoso.

Grosfeld e cols. (1970) utilizaram sangue venoso colhido de veia central, para o diagnóstico de distúrbios do equilíbrio ácido-básico em crianças. Aceitaram como válidos os limites de normalidade do adulto, sem se preocuparem em estabelecer os valores normais e as correlações artério-venosas para esta faixa etária. A existência de acentuadas diferenças entre estes dois grupos etários, relacionadas à faixa de normalidade ou à regulação do equilíbrio ácido-básico (Morse e cols., 1950; Cassels e Morse, 1953; Tudvad e cols., 1954; Fischer e Toussaint, 1963; Severinghaus, 1966; Albert e Winters, 1966; Edelmann e cols., 1967; Vokác e Vávrová, 1968 e Vieyra e cols., 1971) não permite a extrapolação, para crianças, dos valores e correlações encontradas em adultos. Acreditamos que, nas crianças, o sangue venoso só poderá ser utilizado, para o diagnóstico dos distúrbios do equilíbrio ácido-básico, após o estabelecimento seguro e preciso das correlações existentes entre os parâmetros no sangue arterial (ou arterializado) e no venoso.

Como nosso objetivo era o estudo das diferenças artério-venosas e o estabelecimento dos parâmetros em crianças normais, não julgamos correto a colheita de sangue em veia central, utilizando, neste estudo realmente prospectivo, sangue de veia periférica, observadas as recomendações de Gambino (1959, b, c, d), Gambino (1966), Gambino e cols., (1966) e Brooks e Wynn (1959).

Assim, mediante o método adiante referido, propusemo-nos a correlacionar em crianças, sem alteração do equilíbrio ácido-básico, os parâmetros em sangue venoso periférico e capilar "arterializado".

2. CASUÍSTICA E MÉTODO

2.1. CASUÍSTICA

Os estudos foram realizados em 96 crianças, com idade variável de 1 a 24 meses.

Em relação à idade, as crianças assim se distribuíram:

de 1 a 6 meses.....	29
6 a 12 meses.....	26
12 a 18 meses.....	25
18 a 24 meses.....	16

Quanto ao sexo, 51 eram do sexo masculino e 45 do feminino.

As crianças identificadas com os números de 1 a 86 foram internadas na Santa Casa de Misericórdia de Marília, por várias moléstias, que as sim se distribuíram:

Desidratação.....	60
Broncopneumonia.....	14
Desnutrição.....	6
Outras patologias.....	10

Os diagnósticos aqui referidos são os da entrada dos pacientes. To dos os casos de desidratação foram decorrentes de diarreia e vômitos.

Em virtude de as crianças internadas apresentarem moléstias anteri ores, determinantes da internação, tornou-se necessário estabelecer critéri os de seleção, já que nosso objetivo foi o de estudar os parâmetros em crianças sem alteração do equilíbrio ácido-básico.

Assim é que:

1. as crianças tinham recebido alta médica, pelo menos 5 dias an tes das colheitas sangüíneas. Durante este período, nenhum da

do de propedêutica, realizada sempre pelo mesmo membro da equipe, revelou qualquer patologia. Faz exceção o paciente identificado pelo número 18, internado 1 dia antes, com história de ingestão de Querosene. Nenhuma alteração, ao exame físico, foi encontrada neste paciente;

2. foram estudadas apenas as crianças com dados biométricos perfeitamente enquadrados no Organograma de Marcondes (1972). Sempre que possível, obtinha-se a história alimentar, excluindo-se do estudo as que não apresentavam alimentação equilibrada. Na época da colheita sanguínea, não havia, em nenhuma criança, qualquer dado de exame físico que sugerisse desnutrição.

As crianças identificadas pelos números de 87 a 96 eram normais, atendidas no Grupo de Puericultura do Departamento de Pediatria e Puericultura da Faculdade de Medicina de Marília. Colheu-se sangue capilar e venoso destas 10 crianças atendidas em ambulatório, com a finalidade de verificar a validade dos resultados obtidos neste estudo, como parâmetros normais do equilíbrio ácido-básico para este grupo etário.

Não se observaram diferenças estatisticamente significativas entre as médias de p^H e de pCO_2 dos dois grupos estudados (crianças internadas, I, e crianças normais, N.), como pode ser visto no Quadro 1 (em sangue capilar) e no Quadro 2 (em sangue venoso).

Parâmetro	pH		pCO ₂	
	I.	N.	I.	N.
Número de crianças	n= 86	n= 10	n= 86	n= 10
Média	7,385	7,387	34,0	34,1
Desvio-padrão	0,021	0,021	2,17	1,97
t _{calc.}	0,024		0,166	
t _{0,05} t ₉₄	1,663			

Quadro 1 - Médias e desvios-padrão de pH e de pCO₂ (em mmHg) em sangue capilar, e resultado do teste t de Student, para comparação dos dois grupos estudados.

Parâmetro	pH		pCO ₂	
	I.	N.	I.	N.
Número de crianças	n= 60	n= 10	n= 86	n= 10
Média	7,366	7,370	37,4	37,4
Desvio-padrão	0,024	0,020	2,78	2,81
t _{calc.}	0,447		0,127	
t _{0,05}	t ₆₈ ^{0,05} = 1,668		t ₉₄ ^{0,05} = 1,663	

Quadro 2 - Médias e desvios-padrão de pH e de pCO₂ (em mmHg) em sangue venoso, e resultado do teste t de Student, para comparação dos dois grupos estudados.

Como se vê, podemos aceitar a hipótese de igualdade das médias de pH e de pCO₂, em sangue capilar e em sangue venoso, ao nível de 5%, entre os dois grupos. Assim, foi possível agrupar todos os valores e considerá-los representativos dos parâmetros normais do equilíbrio ácido-básico para o grupo etário estudado.

2.2. TÉCNICA DE COLHEITA

Todas as amostras sanguíneas foram colhidas pelo menos 2 horas após qualquer alimentação. Antes das colheitas, as crianças foram mantidas em repouso, evitando-se o choro e a movimentação, e protegidas contra o frio, por pelo menos 15 minutos. Mediu-se a temperatura axilar, que deveria permanecer entre 36,5 e 37,3°C. Por ocasião das colheitas, tentou-se, dentro do possível, evitar o choro. Padronizamos nossa técnica no sentido de obter rapidamente as amostras sanguíneas.

O sangue venoso e o capilar foram colhidos simultaneamente, medindo-se o tempo gasto na colheita de cada amostra.

O sangue venoso foi colhido anaerobicamente da veia jugular externa. Utilizaram-se, para isto, seringas de vidro de 5 ml de capacidade, com espaço morto preenchido por Heparina; a diluição resultante foi menor que 100 unidades por ml de sangue, não alterando significativamente, portanto, os resultados (Gambino, 1959, a; Siggaard-Andersen, 1961 e Gambino e cols., 1966).

Colheram-se, de cada paciente, aproximadamente 4 ml de sangue venoso, separando-se 1 ml para a dosagem de hemoglobina. Após a colheita, aspirou-se pequeno volume de mercúrio, para facilitar a mistura do sangue antes da dosagem. A seguir, a seringa era selada com cera de vedação (*).

O sangue capilar foi colhido segundo a técnica descrita por Siggaard-Andersen e cols. (1960). Após antissepsia local com álcool, praticava

(*) - Radiometer - D-553

se pequena incisão de 3mm de extensão no calcanhar, através de estilete próprio (*). O tubo capilar (**) era selado com o mesmo material utilizado na vedação das seringas.

2.3. TÉCNICA DE DOSAGEM

A fim de verificar a correlação entre o pH de sangue capilar e o de plasma venoso, este parâmetro foi dosado em plasma, em 26 pacientes (os pacientes identificados pelos números de 1 a 26), e em sangue, em 70 pacientes (27 a 96).

Após a colheita, as amostras foram conservadas entre 0 e 4°C, até o momento das dosagens. Estas foram realizadas a 37°C, no máximo 2 horas após a colheita, conforme recomendação de Siggaard-Andersen (1961) e Gambino (1959, a).

As dosagens foram realizadas no laboratório da Santa Casa de Misericórdia de Tupã. Para tanto, utilizou-se o Radiometer tipo B M S - 3 e P H M - 72.

Para calibração do aparelho, utilizaram-se duas soluções tampões da escala de Hitchcock-Taylor (Wynn e Ludbrook, 1957), de pH conhecido (***) , procedimento este realizado antes de cada série de dosagens, exigindo-se concordância dentro de $\pm 0,005$. Se isto não ocorresse, o eletrodo era limpo com detergente (****) e água destilada, e novamente calibrado. A solução tampão de pH maior era verificada entre duas leituras, exigindo-se concordância dentro de $\pm 0,005$. Se o desvio fosse menor, ajustava-se novamente o 0 do aparelho. Se houvesse alteração maior, as leituras anteriores eram desprezadas e o eletrodo novamente limpo e calibrado. Ao fim de cada série de 10

(*) - Radiometer - D-573

(**) - Radiometer - 10-D 551/12.5

(***) - Radiometer - S-1500 e S-1510

(****) - Radiometer - S-1264

dosagens (5 capilares e 5 venosas), media-se novamente o pH dos dois tampões. A leitura era aceita apenas se houvesse concordância dentro de $\pm 0,01$.

O eletrodo de pCO_2 foi calibrado com duas misturas gasosas de oxigênio e dióxido de carbono, aquecidas e umidificadas (Gaudebot e cols, 1966); as misturas possuíam concentração conhecida de dióxido de carbono^(*). A pCO_2 destes gases foi dosada no início e no fim de cada série de 10 dosagens. As leituras somente foram aceitas, se estas determinações concordassem dentro de ± 2 mmHg dos valores conhecidos (Gambino, 1959, d).

O eletrodo de pO_2 foi calibrado com 2 soluções de pO_2 conhecida^(**) procedendo-se identicamente à calibração do eletrodo de pCO_2 . Para aceitação das leituras, exigiu-se concordância da calibração dentro de ± 4 mmHg (Woolf, 1967).

A DB. foi calculada pelo nomograma de Siggaard-Andersen (Siggaard - Andersen e Engel, 1960; Siggaard-Andersen, 1962 e 1963, b) e a porcentagem de saturação da hemoglobina pelo método de Severinghaus (1966). A hemoglobina foi determinada pelo fotolorímetro, como cianometahemoglobina.

As leituras venosas foram realizadas em duplicata, exigindo-se concordância dentro de $\pm 0,01$ para o pH, 2 mmHg a pCO_2 e 4 mmHg para a pO_2 , para aceitação da validade das leituras.

2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A comparação dos resultados obtidos foi realizada por meio de tratamento estatístico, segundo os seguintes critérios (Mood e Graybill, 1963):

(*) - Radiometer - 962-045; 962-051 e G M A - 1/10

(**) - Radiometer - 10-S 4150

1. análise de variância de Fisher, para comparação das médias dos parâmetros, em sangue capilar, nos diferentes grupos etários;
2. análise de regressão para comparação dos valores em sangue capilar e em sangue venoso:
 - a. teste para a verificação da existência de inclinação;
 - b. estimativa da reta de regressão;
 - c. cálculo do coeficiente de correlação;
 - d. cálculo dos intervalos de confiança para:
 - d1. variável dependente (y);
 - d2. coeficiente linear (α);
 - d3. coeficiente angular (β);
 - e. teste para a verificação do coeficiente de correlação populacional (ρ);
3. em todos os testes, o nível crítico escolhido foi de 5%;
4. os valores foram considerados como tendo distribuição normal.

3. RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados, sob forma de quadros, as médias e desvios-padrão (D.P.) relativos a cada parâmetro, em sangue capilar e em sangue venoso, e o resultado do tratamento estatístico a que foram submetidos os valores individuais. Serão apresentados, também, gráficos de correlação entre os parâmetros de sangue capilar e de sangue venoso, reta de regressão estimada e os respectivos intervalos de confiança da variável dependente (y).

Serão apresentados, sob forma de quadros, as médias e desvios-padrão (D.P.) relativos às diferenças entre os valores de pH e de pCO₂ em sangue capilar e em sangue venoso, os gráficos de correlação e as respectivas retas de regressão estimadas.

A finalidade da aplicação do teste de verificação da existência de inclinação foi constatar a existência de regressão entre os parâmetros, em sangue capilar e em sangue venoso, através do teste F de Snedecor.

Com o objetivo de inferir para a população os resultados da análise estatística obtidos na amostra, calcularam-se o coeficiente de correlação populacional (ρ) e os intervalos de confiança para os coeficientes angular (β) e linear (α).

Os valores individuais serão apresentados em apêndice.

3.1 COMPARAÇÃO ENTRE OS VALORES DE pH, pCO₂ E DB. EM SANGUE CAPILAR, NOS 4 GRUPOS ETÁRIOS.

Parâmetro estudado		pH	pCO ₂	DB.
1 a 6m.	Média	7,381	33,5	-4,3
	D.P.	0,023	2,12	2,0
6 a 12m.	Média	7,386	33,8	-3,8
	D.P.	0,025	2,39	1,8
12 a 18m.	Média	7,393	34,7	-3,3
	D.P.	0,023	2,20	2,0
18 a 24m.	Média	7,382	34,7	-3,6
	D.P.	0,016	1,59	1,5
F calc.		1,319	1,152	1,362
F 0,050 3;94		2,71		
1 a 24m.	Média	7,386	34,0	-3,8
	D.P.	0,023	2,15	1,9

Quadro 3 — Valores de pH, pCO₂ (em mmHg) e DB. (em mEq/l), em sangue capilar, nos grupos etários estudados.

Os resultados da análise estatística, expressos no quadro 3, mostram que não há diferença estatística, ao nível de 5%, entre as médias de valores de pH, pCO₂ e DB., nos grupos etários estudados. Este resultado permite-nos estudar as crianças em um único grupo, com idade variando de 1 a 24 meses.

3.2 COMPARAÇÃO ENTRE OS VALORES DE pH EM SANGUE CAPILAR E EM PLASMA VENOSO.

Amostra sangüínea		capilar	plasma venoso
Número de crianças		n= 26	n= 26
Média		7,394	7,403
Desvio-padrão		0,025	0,023
Teste da existência de inclinação	F calc.	3,021	
	F 0,025 1;24	5,735	

Quadro 4 - Valores de pH em sangue capilar e plasma venoso.

Os resultados da análise estatística, expressos no quadro 4, mostram que não existe regressão, ao nível de 5%, entre os valores de pH de sangue capilar e os de plasma venoso.

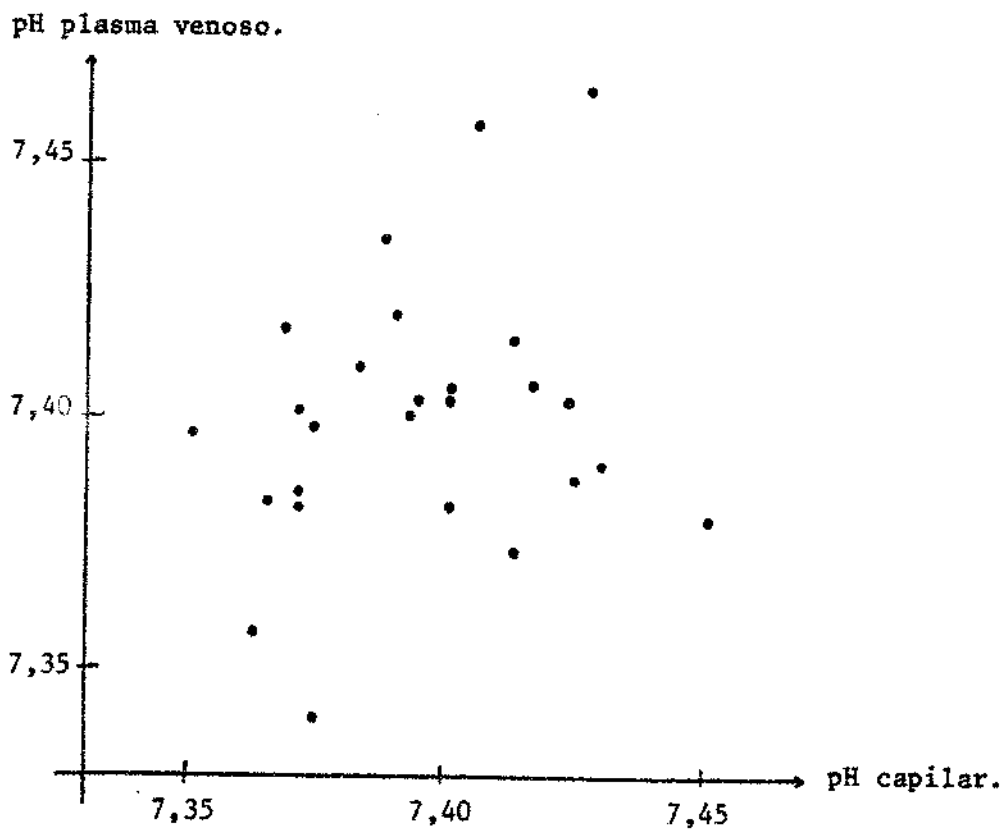


FIGURA 1 - Representação gráfica dos valores de pH em sangue capilar e em plasma venoso.

3.3 COMPARAÇÃO ENTRE OS VALORES DE pH EM SANGUE CAPILAR E EM SANGUE VENOSO.

Amostra sangüínea		capilar	venosa
Número de crianças		n= 70	n= 70
Média		7,382	7,367
Desvio-padrão		0,021	0,024
Coeficiente de correlação		0,582	
Reta de regressão		$\hat{y} = 0,660 x + 2,494$	
Intervalo de confiança da variável dependente		$0,660 x + 2,494 \pm 0,219 \sqrt{x^2 - 14,765 + 54,529}$	
Teste da existência de inclinação	F calc.	36,207	
	F 0,025 1;68	5,26	
Intervalo de confiança do coeficiente angular		$0,441 \leq \beta \leq 0,879$	
Intervalo de confiança do coeficiente linear		$0,878 \leq \alpha \leq 4,110$	
Teste da existência do coeficiente ρ	t calc.	5,902	
	t 0,025 68	1,998	

Quadro 5 - Valores de pH em sangue capilar e em sangue venoso.

Os resultados da análise estatística, expressos no quadro 5, mostram que existe regressão e correlação, ao nível de 5%, entre os valores de pH de sangue capilar e os de sangue venoso, e um coeficiente de correlação populacional positivo.

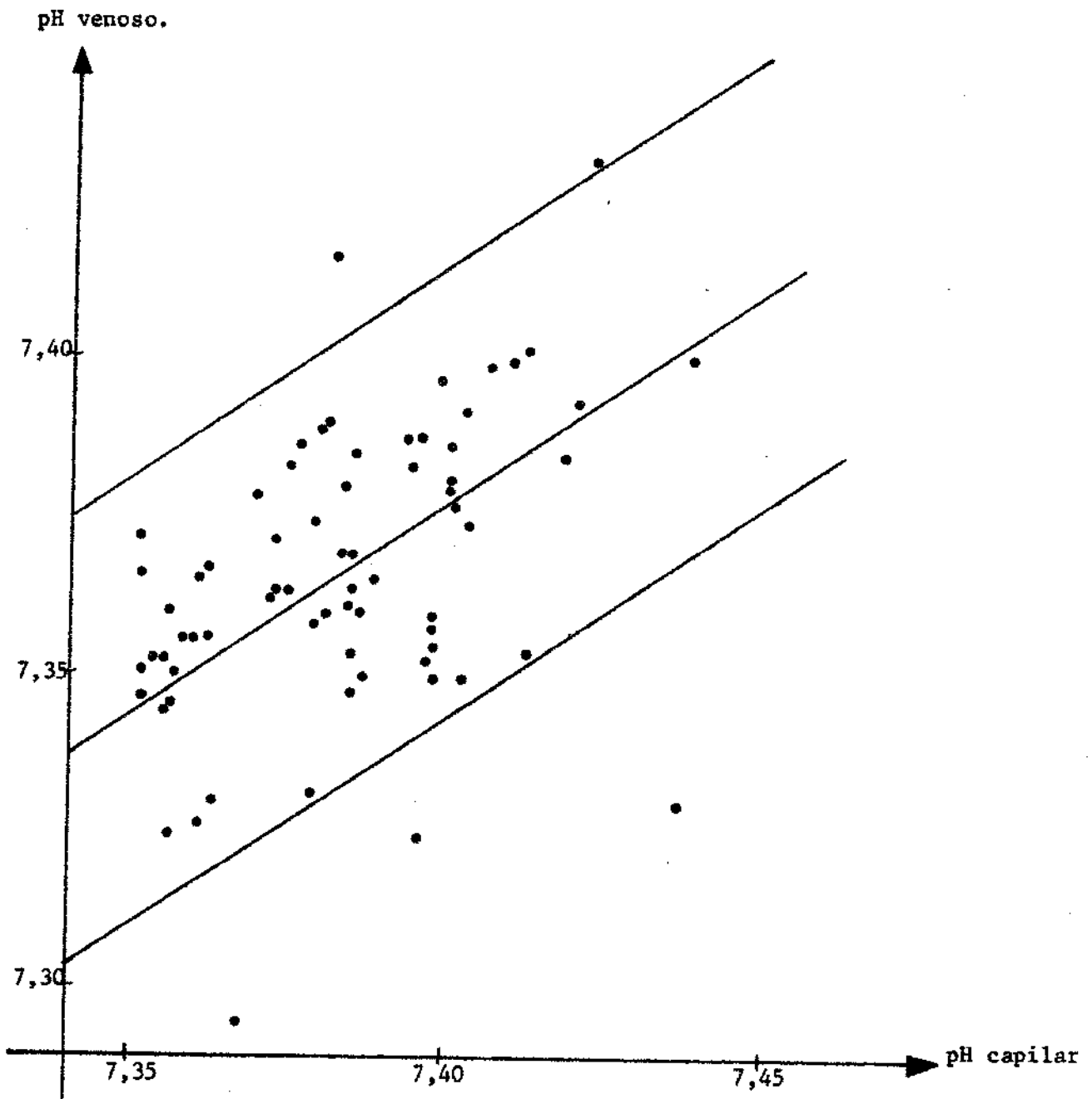


FIGURA 2 - Representação gráfica dos valores de pH em sangue capilar e em sangue venoso.

3.4 COMPARAÇÃO ENTRE AS DIFERENÇAS DE pH (VALORES DE pH EM SANGUE CAPILAR, MENOS VALORES DE pH EM SANGUE VENOSO, Δ pH) E O pH DE SANGUE VENOSO.

Parâmetro estudado	Δ pH	pH de sangue venoso
Número de crianças	n= 70	n= 70
Média	+ 0,015	7,367
Desvio-padrão	0,020	0,024
Coefficiente de correlação	- 0,549	
Teste da existência de inclinação	F calc.	29,201
	F 0,025 1,68	5,26
Reta de regressão	$\hat{y} = - 0,652 x + 7,377$	

Quadro 6 - Diferença de pH e valores de pH em sangue venoso.

Os resultados da análise estatística, expressos no quadro 6, mostram que há correlação e regressão, ao nível de 5%, entre os valores de Δ pH e os valores de pH em sangue venoso.

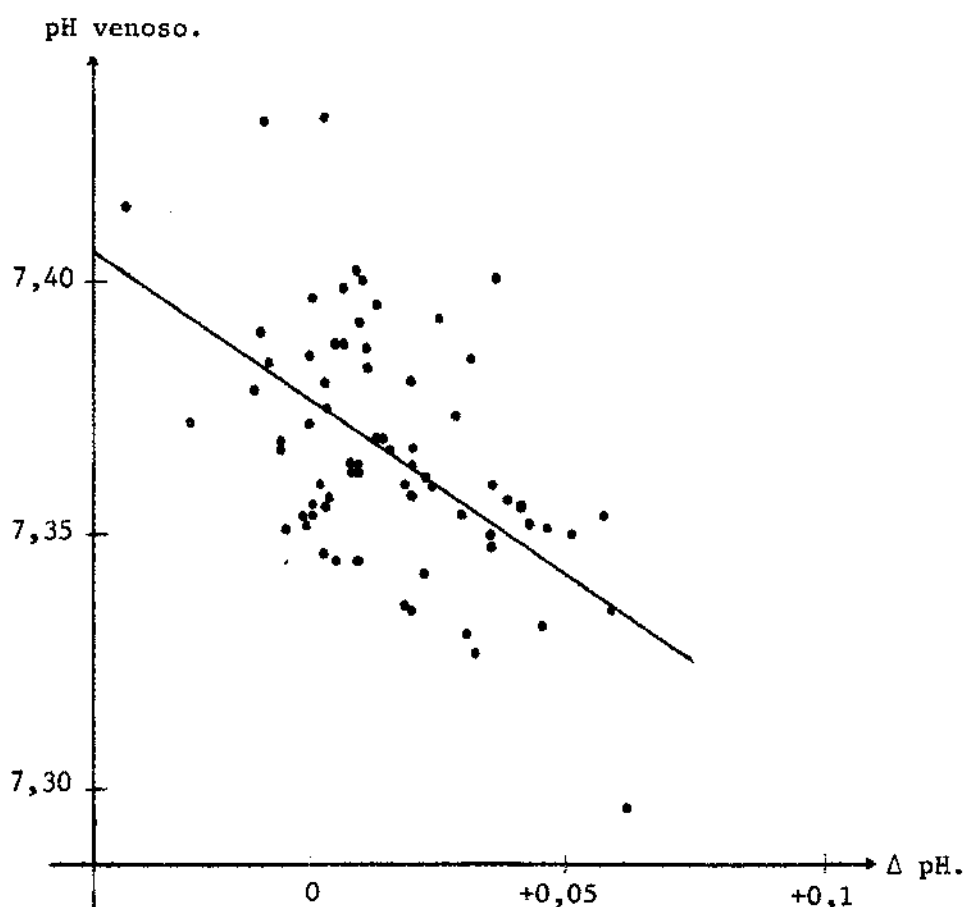


FIGURA 3 - Representação gráfica das diferenças de pH e os valores de pH em sangue venoso.

3.5 COMPARAÇÃO ENTRE OS VALORES DE pCO_2 EM SANGUE CAPILAR E EM SANGUE VENOSO

Amostra sangüínea		capilar	venosa
Número de crianças		n= 95	n= 95
Média		34,0	37,4
Desvio-padrão		2,15	2,62
Coeficiente de correlação		0,633	
Reta de regressão		$\hat{y} = 0,77 x + 11,13$	
Intervalo de confiança da variável dependente		$0,77 x + 11,13 \pm 0,19 \sqrt{x^2 - 67,95 x + 1591,96}$	
Teste da existência de inclinação	F calc.	62,026	
	F 0,025 1;93	5,20	
Intervalo de confiança do coeficiente angular		$0,58 \leq \beta \leq 0,97$	
Intervalo de confiança do coeficiente linear		$4,49 \leq \alpha \leq 17,76$	
Teste de existência do coeficiente ρ	t calc.	7,877	
	t 0,025 93	1,977	

Quadro 7 - Valores da pCO_2 (em mmHg), em sangue capilar e em sangue venoso.

Os resultados da análise estatística, expressos no quadro 7, mostram que existe correlação e regressão, ao nível de 5%, entre os valores da pCO_2 de sangue capilar e os de sangue venoso, e um coeficiente de correlação populacional positivo.

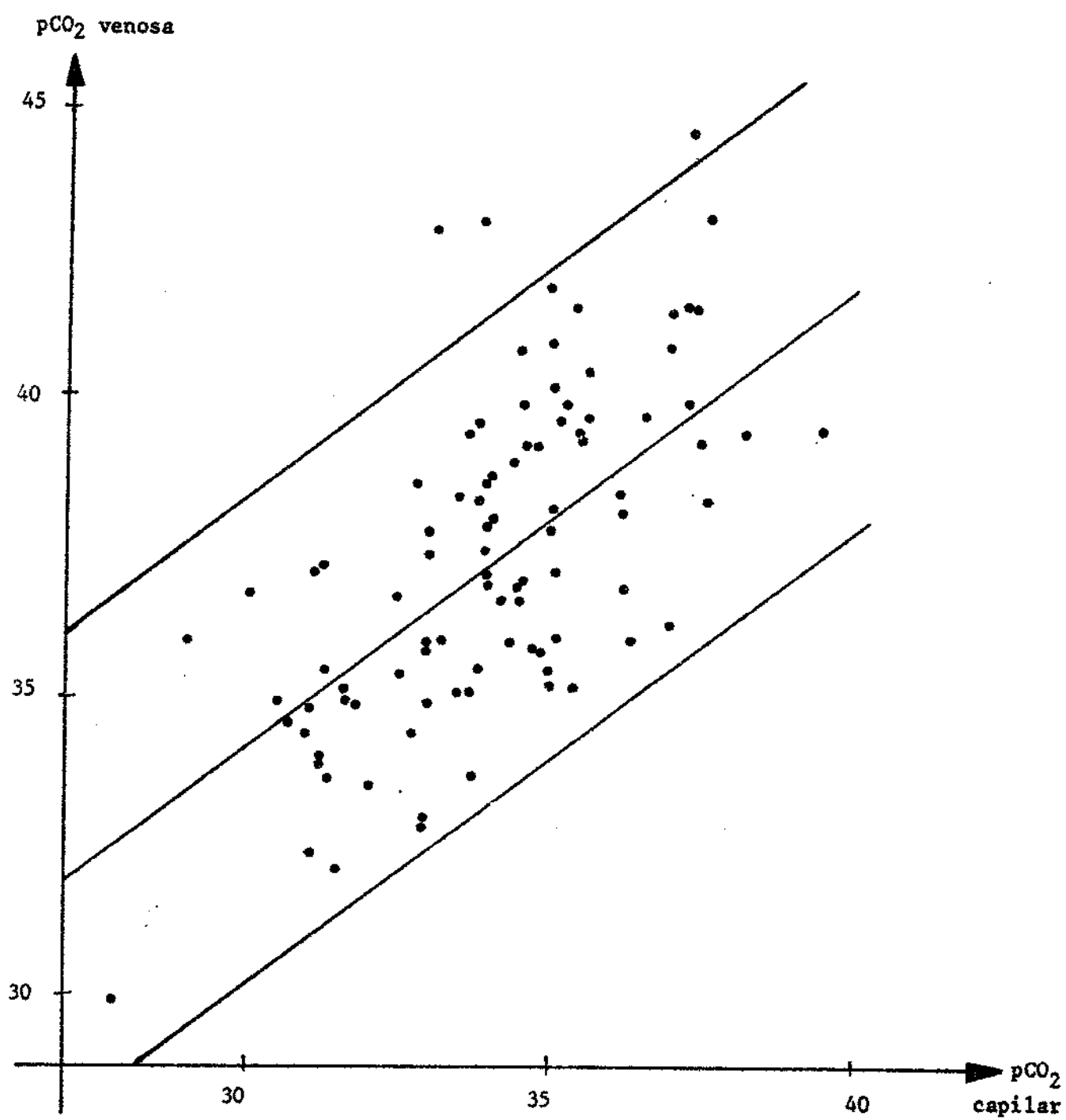


FIGURA 4 - Representação gráfica dos valores de pCO₂ em sangue capilar e em sangue venoso.

3.6 COMPARAÇÃO ENTRE AS DIFERENÇAS DE pCO_2 (VALORES DA pCO_2 EM SANGUE VENOSO, MENOS VALORES DA pCO_2 EM SANGUE CAPILAR, ΔpCO_2) E A pCO_2 DE SANGUE VENOSO.

Parâmetro estudado		ΔpCO_2	pCO_2 sangue venoso
Número de crianças		n= 95	n= 95
Média		+ 3,3	37,4
Desvio-padrão		2,1	2,6
Coeficiente de correlação		0,659	
Teste da existência de inclinação	F calc.	71,423	
	F 0,025 1;93	5,20	
Reta de regressão		$\hat{y} = 0,79 x + 34,78$	

Quadro 8 - Diferença de pCO_2 e valores da pCO_2 (em mmHg) em sangue venoso.

Os resultados da análise estatística, expressos no quadro 8, mostram que há correlação e regressão, ao nível de 5%, entre os valores de ΔpCO_2 e os valores da pCO_2 em sangue venoso.

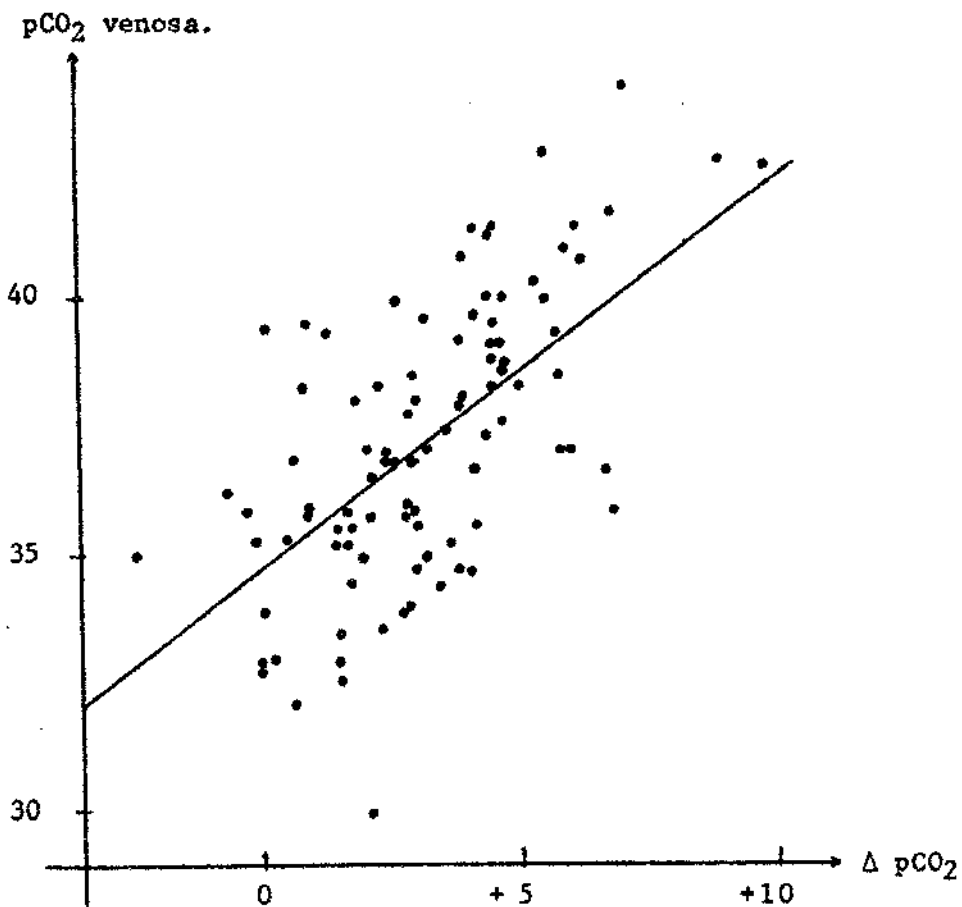


FIGURA 5 - Representação gráfica das diferenças de pCO_2 e os valores da pCO_2 em sangue venoso.

3.7 COMPARAÇÃO ENTRE AS DIFERENÇAS DE pH (VALORES DE pH EM SANGUE CAPILAR, MENOS VALORES DE pH EM SANGUE VENOSO, Δ pH) E OS VALORES DA PORCENTAGEM DE SATURAÇÃO DE HEMOGLOBINA DO SANGUE VENOSO (% sat.).

Parâmetro estudado		Δ pH	% sat.
Número de crianças		n= 70	n= 70
Média		+ 0,015	76,70
Desvio-Padrão		0,020	8,50
Teste da existência de inclinação	F calc.	1,069	
	F 0,025 F 1;68	5,26	

Quadro 9 - Diferença de pH e valores da porcentagem de saturação de hemoglobina de sangue venoso.

Os resultados da análise estatística, expressos no quadro 9, mostram que não existe regressão, ao nível de 5%, entre os valores de Δ pH e os valores da porcentagem de saturação da hemoglobina de sangue venoso.

3.8 COMPARAÇÃO ENTRE AS DIFERENÇAS DE pCO_2 (VALORES DA pCO_2 DE SANGUE VENOSO, MENOS VALORES DA pCO_2 EM SANGUE CAPILAR, ΔpCO_2) E OS VALORES DA PORCENTAGEM DE SATURAÇÃO DA HEMOGLOBINA DO SANGUE VENOSO (% sat.).

Parâmetro estudado		ΔpCO_2	% sat.
Número de crianças		n= 95	n= 95
Média		+ 3,30	75,4
Desvio-padrão		2,20	8,0
Teste da existência de inclinação	F calc.	0,131	
	F 0,025 1;93	5,20	

Quadro 10 - Diferença de pCO_2 e valores da porcentagem de saturação de hemoglobina de sangue venoso.

Os resultados da análise estatística, expressos no quadro 10, mostram que não existe regressão, ao nível de 5%, entre os valores de ΔpCO_2 e os valores da porcentagem de saturação da hemoglobina de sangue venoso.

3.9 SÍNTESE DOS RESULTADOS

A análise de nossos resultados, obtidos através da metodologia referida, permitiu estabelecer:

1. houve regressão e correlação entre:
 - a. os valores de pH de sangue capilar e os de sangue venoso;
 - b. a diferença de pH e o respectivo pH de sangue venoso;
 - c. os valores de pCO_2 de sangue capilar e os de sangue venoso;
 - d. a diferença de pCO_2 e a respectiva pCO_2 de sangue venoso;

2. não se encontrou regressão e correlação entre:
 - a. os valores de pH de sangue capilar e os de plasma venoso;
 - b. a diferença de pH e a porcentagem de saturação da hemoglobina de sangue venoso;
 - c. a diferença de pCO_2 e a porcentagem de saturação da hemoglobina de sangue venoso;

3. foi possível, conhecendo-se o pH no sangue venoso, estimar-se aproximadamente, o valor correspondente no sangue capilar;

4. foi possível, conhecendo-se a pCO_2 no sangue venoso, estimar-se aproximadamente, o valor correspondente no sangue capilar.

4. DISCUSSÃO

A maior dificuldade na padronização da técnica de colheita venosa, neste grupo etário, relaciona-se ao repouso durante as colheitas sangüíneas, estando amplamente demonstrado que o exercício altera os valores de pH e de pCO_2 em sentido inverso (Brooks e Wynn, 1959; Sharpey-Schafer e cols., 1965 e Doll e cols., 1968). Tentamos, com a padronização utilizada, anular ou diminuir o efeito do exercício e estabelecer condições semelhantes às referidas para adultos, com o objetivo de permitir a comparação dos resultados.

A correlação encontrada entre os valores de pH e de pCO_2 , no sangue capilar e no venoso, e entre as diferenças Δ e os correspondentes valores no sangue venoso, assim como os pequenos desvios-padrão verificados no sangue venoso, bastante semelhantes aos encontrados no sangue capilar, somente puderam ser obtidos graças ao rigor e à sensibilidade da técnica padronizada. Tais resultados indicam que o método utilizado, neste estudo, é adequado para a obtenção da amostra venosa.

O coeficiente de correlação obtido no Quadro 6, página 19, que se refere à regressão linear entre as diferenças de pH e os respectivos valores no sangue venoso, foi negativo, e indica que, à medida que o pH de sangue venoso aumentou, o de sangue capilar correspondente diminuiu. Isto significa que, para variações muito estreitas de pH em sangue capilar, corresponderam valores em sangue venoso mais amplamente distribuídos, porém ainda dentro de uma faixa de variação pequena, permitindo a obtenção de regressão linear entre estes valores.

Do mesmo modo que para o pH, para cada valor da pCO_2 no sangue venoso, encontramos diferentes valores de ΔpCO_2 , o que pode ser verificado pela análise da reta de regressão obtida no Quadro 8, página 21. A utilização desta reta de regressão mostrou que os valores da pCO_2 , no sangue capilar, diminuíram à medida que aumentaram os valores correspondentes no sangue venoso.

SECRETARIA DE SAÚDE
SECRETARIA GERAL

Tais fatos, porém, não invalidam as correlações obtidas e as retas de regressão estimadas, as quais permitem concluir que, dentro das variações de pH e de pCO_2 analisadas, (7,300 a 7,420 e 32,0 a 45,0 mmHg respectivamente), dosagens sangüíneas realizadas no sistema venoso periférico, permitem estimar, aproximadamente, os valores em sangue capilar. Ainda, dentro destes limites de variação, as diferenças entre os valores de pH e de pCO_2 , em sangue capilar e em sangue venoso, foram desprezíveis do ponto de vista prático, como se pode verificar pela análise das retas de regressão (Quadro 5, página 18 e Quadro 7, página 20).

Em resumo e em termos de interpretação com objetivos práticos, observou-se que os parâmetros do equilíbrio ácido-básico, em sangue venoso, se distribuíram dentro de uma faixa bastante próxima à do sangue capilar correspondente. Portanto, a normalidade destes parâmetros, medidos em sangue venoso colhido segundo a técnica descrita neste estudo, permite afastar, com razoável segurança, a existência de alterações do equilíbrio ácido-básico.

Maior segurança e objetividade, para a utilização prática deste conceito, foi-nos dada por observações recentes, que demonstraram ser desnecessário, e mesmo inconveniente, o tratamento de alterações do equilíbrio ácido-básico, quando o pH está acima de 7,20 e o bicarbonato plasmático acima de 10 mEq/l (Dell e cols., 1966; Nelson e Riegel, 1969; Behrman, 1969 e Marcondes, 1971). Nossos resultados permitiram estabelecer, como limites permissíveis de variação para pH e pCO_2 de sangue venoso, os valores 7,300 a 7,420 e 32,0 a 45,0 mmHg, respectivamente.

Valores dentro destas faixas, bastante afastadas dos valores que indicam instituição de terapêutica apropriada, devem ser considerados normais. Valores que se desviam delas, devem ser analisados diretamente em sangue arterial, e só a partir destes parâmetros, mais seguramente medidos, estabelecer critérios para a terapêutica de cada caso. Fato que concorda com esta assertiva é que, mesmo em crianças normais, os intervalos de confiança, para os valores de pH e de pCO_2 em sangue venoso, foram razoavelmente amplos.

Maiores variações, certamente observadas nos distúrbios do equilíbrio ácido-básico, não permitirão, para propósitos clínicos, a determinação dos valores em sangue capilar, a partir dos obtidos em sangue venoso.

Da análise de nossos resultados, pudemos verificar diferenças entre adultos e crianças, quanto às correlações entre os parâmetros do equilíbrio ácido-básico em sangue capilar e venoso.

Com efeito, em adultos normais ou doentes, verificou-se ser possível estimar os parâmetros em sangue arterial, a partir dos valores obtidos em sangue venoso colhido de veia periférica (Natelson e Tietz, 1956; Gambino, 1959, b, c, d; Brooks e Wynn, 1959; Searcy e cols., 1963; Austin, 1965; Harrison e Galloon, 1965; Gambino, 1966; Gambino e cols., 1966 e Collis e Neaverson, 1967). Nossos resultados não permitiram a substituição de sangue capilar por sangue venoso, e são semelhantes aos referidos por Sutton e cols. (1967), Phillips e Peretz (1969) e Samet e cols. (1969). Estes autores estudaram pacientes enfermos, portadores de alteração do equilíbrio ácido-básico, e utilizaram, como amostra venosa, sangue colhido de veia central.

Nossos resultados confirmam numerosas observações que sugeriam estas diferenças. O poder tamponante do sangue de crianças é menor que o de adultos (Vokác e Vávrová, 1968). De acordo com Gandy e cols., (1964), Sharpey-Schafer e cols. (1965) e Osnes e Hermansen (1972), a diferença artério-venosa, para um mesmo fluxo sanguíneo e atividade metabólica dos tecidos, varia com o pH e a capacidade tampão do sangue. Assim, é lícito supor que as diferenças artério-venosas sejam maiores nas crianças.

A discrepância de composição corpórea tende a acentuar estas diferenças, pois as crianças apresentam um compartimento extracelular acentuadamente maior que o de adultos. Este compartimento, de fraco poder tampão, favorece a difusão do bicarbonato plasmático, produzido pelas hemácias, devido à diferença de poder tamponante (Siggaard-Andersen, 1963, a). Isto ocorre em níveis mais elevados de pCO_2 , que é o esperado no sangue venoso.

A curva de dissociação da hemoglobina apresenta diferenças em posição e formato, em relação à de adultos (Morse e cols., 1950 e Severinghaus, 1966).

Existem diferenças acentuadas quanto à faixa de normalidade, que não podem ser explicadas por imaturidade do organismo infantil. Assim, Tudvad e cols. (1954) e Edelmann e cols. (1967) demonstraram que a capacidade renal de reabsorção e excreção de bicarbonato, produção de amônia e excreção de acidez titulável, é igual à de adultos. Ao contrário do observado nestes, porém, a excreção de bicarbonato se inicia em níveis plasmáticos em torno de 22 mM/l. Este fato não encontra explicação nos conhecimentos de anatomia e fisiologia renais do presente momento. Além disto, Winters (1967), Albert e cols. (1967) e Engel e cols. (1968) demonstraram que os distúrbios do equilíbrio ácido-básico em crianças, agudos ou crônicos, metabólicos ou respiratórios, são compensados com a mesma intensidade e rapidez que nos adultos. Esta regulação se processa até que sejam atingidos os valores normais para o grupo etário correspondente. Estes fatos indicam que a capacidade de defesa do organismo infantil se assemelha à de adultos.

Estas diferenças sugerem que a extrapolação dos valores encontrados em adultos para a criança não é correto, o que nos levou a estudar o grupo etário infantil.

O coeficiente de correlação encontrado para os valores da pCO_2 foi maior que o obtido para o pH, fato aparentemente paradoxal. Com efeito, Doll e cols. (1968) mostraram que o exercício muscular determina maior alteração na diferença de pCO_2 , do que na diferença de pH. Em crianças, no entanto, admite-se que o choro determine graus variados de hipo e hiperventilação (Behrman, 1969 e Nelson e Riegel, 1969). Esta suposição é confirmada pelos resultados de Albert e Winters (1966), que verificaram, em sangue capilar, que o choro não altera as médias de pH e de pCO_2 , mas apenas determina aumento dos desvios-padrão. Nossos resultados confirmam esta observação.

Os valores obtidos para a DB. não foram corrigidos em função da porcentagem de saturação da hemoglobina, por termos utilizado o método de Severinghaus e Bradley (1958). Esta correção se torna necessária, se for utilizado o método descrito por Astrup e Siggaard-Andersen (Astrup, 1956; Astrup e Cols., 1960 e Siggaard-Andersen e cols., 1960). , conforme observações de Siggaard-Andersen e Engel (1960), Siggaard-Andersen (1964), Siggaard-Andersen (1966) e Astrup e cols. (1966).

À semelhança do verificado em adultos, não se encontrou regressão entre a porcentagem de saturação da hemoglobina e as diferenças de pH e de pCO_2 entre sangue capilar e venoso.

Com o intuito de abrir perspectivas para a utilização do sangue venoso na prática clínica, gostaríamos de tecer alguns comentários que julgamos importantes.

As observações de Barrat-Boyes e Wood (1957), Boyd e cols. (1959), Mc Arthur e cols. (1962), Mac Kenzie e cols. (1964), Theye e Tuohy (1965), Valentine e cols. (1966), Goldman e cols. (1968), Clauss e Ray (1968), Tice e cols. (1968), Brewis (1969) e Grosfeld e cols. (1970) mostraram que a pO_2 e a porcentagem de saturação da hemoglobina em sangue venoso central são indicadores precisos e precoces de alterações de volemia e débito cardíaco.

Embora a utilização destes parâmetros seja freqüente em adultos, e especialmente em cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea, seu uso tem sido relegado em Pediatria. A gravidade das patologias, tanto clínicas como cirúrgicas, e a dificuldade de controle, devido aos pequenos volumes exigidos para a correção, neste grupo etário, requerem parâmetros precisos e precoces, de diagnóstico e de seguimento.

A utilização de sangue venoso, colhido de veia central, para dosagem da pO_2 e da porcentagem de saturação da hemoglobina, e dos parâmetros do equilíbrio ácido-básico, poderia, portanto, fornecer numerosas informações neste grupo etário. É necessário, para isto, determinar os valores normais

destes parâmetros em sangue venoso colhido de veia central, e verificar se ,
nesta amostra venosa, os parâmetros do equilíbrio ácido-básico se distribuem
em uma faixa normal, semelhante à observada em sangue colhido de veia peri
férica.

804/mf

5. CONCLUSÕES

Nas condições do presente trabalho, foi possível concluir que:

1. não houve diferença entre as médias de pH, pCO_2 e DB., no sangue capilar dos diversos grupos etários;
2. houve correlação e regressão entre os valores de pH e de pCO_2 em sangue capilar e venoso;
3. a partir do valor venoso determinado, foi possível calcular, a proximadamente, os valores de pH e de pCO_2 em sangue venoso;
4. valores venosos, dentro da faixa estabelecida neste estudo, in dicam normalidade dos parâmetros do equilíbrio ácido-básico;
5. não se encontrou correlação nem regressão entre as diferenças dos valores de pH e de pCO_2 , em sangue capilar e em sangue venoso, e a porcentagem de saturação de hemoglobina de sangue ve noso;
6. não se encontrou correlação nem regressão entre os valores de pH e de pCO_2 de sangue capilar e de plasma venoso.

6. APÊNDICE

Serão apresentados os valores individuais, sob a forma de tabela. A partir deles foram realizados os cálculos estatísticos.

Foram utilizadas as seguintes abreviações:

1. % sat. - porcentagem de saturação da hemoglobina;
2. T - tempo gasto na colheita da amostra sanguínea, em segundos;
3. Hb. - concentração de hemoglobina em g/100 ml;
4. DB. - diferença de base;
5. - os demais símbolos são de uso internacional.

V A L O R E S I N D I V I D U A I S T A B E L A I

C A P I L A R V E N O S O

Nº	pH	pCO ₂	DB.	% sat.	T	pH	pCO ₂	DB.	% sat.	T	Δ pH (cap-ven)	Δ pCO ₂ (ven-cap)	Δ D.B. (v-c)	Hb
01	7.372	35,5	-4,0	95,5	10	7.384	38,5	-1,5	86,3	5	-0.012	+3,0	+2,5	11,0
02	7.402	33,7	-3,0	95,9	20	7.384	33,8	-4,0	64,6	10	+0.018	+0,1	-1,0	11,5
03	7.415	34,5	-1,5	96,0	15	7.375	40,0	-1,5	73,4	10	+0.040	+5,5	0,0	11,5
04	7.389	33,0	-4,0	97,0	20	7.426	37,5	0,0	71,5	5	-0.037	+4,5	+4,0	10,0
05	7.432	35,0	-0,5	97,2	20	7.466	35,5	+2,0	75,5	20	-0.034	+1,5	+1,5	9,3
06	7.432	30,0	-3,0	96,3	20	7.392	36,8	-2,0	66,6	10	+0.040	+6,8	+1,0	13,0
07	7.402	35,0	-2,5	96,7	15	7.405	40,3	+0,5	74,7	10	-0.000	+5,3	+2,0	10,0
08	7.418	35,0	-1,5	95,6	15	7.408	35,3	-2,0	68,5	10	+0.010	+0,5	-0,5	12,0
09	7.384	33,0	-4,0	96,4	20	7.412	35,9	-1,2	75,0	15	-0.028	+2,9	+2,8	11,0
10	7.402	36,0	-2,0	95,9	10	7.407	40,5	+0,5	86,7	5	-0.005	+4,5	+1,5	13,0
11	7.413	37,0	-1,0	96,1	10	7.415	36,3	-1,5	67,6	10	-0.002	-0,7	-0,5	9,5
12	7.394	33,0	-4,0	95,5	15	7.403	37,8	-1,0	65,8	10	-0.009	+4,8	+3,0	10,0
13	7.395	33,5	-3,5	95,7	20	7.405	35,2	-2,0	66,5	15	-0.010	+1,7	+1,5	9,0
14	7.375	38,2	-2,5	95,0	5	7.400	39,5	0,0	76,0	5	-0.025	+1,3	+2,5	10,5
15	7.391	35,1	-3,0	96,0	5	7.422	38,2	+0,5	75,8	5	-0.031	+3,1	+3,5	10,0
16	7.372	39,5	-2,0	95,5	15	7.403	39,6	0,0	71,6	15	-0.031	+0,1	+2,0	8,5
17	7.366	34,5	-5,0	96,4	20	7.385	37,0	-2,5	69,5	10	-0.019	+2,5	+2,5	10,0
18	7.425	30,5	-6,5	96,1	35	7.405	35,0	+1,5	66,8	10	-0.040	-2,5	+5,5	9,0
19	7.350	33,0	-6,5	95,4	5	7.398	36,0	-2,0	81,1	10	-0.048	+3,0	+4,5	10,0
20	7.375	36,3	-3,0	95,6	25	7.343	36,0	-5,5	65,5	10	+0.032	-0,3	-2,5	10,0

- continua -

TABELA I - continuação

CAPILAR VENOSO

Nº	pH	pCO ₂	DB.	% sat.	T	pH	pCO ₂	DB.	% sat.	T	Δ pH (cap-ven)	Δ pCO ₂ (ven-cap)	Δ D.B. (v-c)	Hb
21	7.369	31,3	-6,5	95,0	15	7.419	35,6	-1,0	69,0	10	-0.050	+4,3	+5,5	10,5
22	7.363	31,8	-6,5	95,5	20	7.359	34,9	-5,0	67,4	10	+0.004	+3,1	+1,0	11,5
23	7.389	33,6	-3,5	96,7	20	7.437	39,5	+2,5	71,2	10	+0.048	+5,9	+5,5	11,5
24	7.406	36,3	-1,8	96,1	10	7.460	37,0	+2,5	77,0	20	-0.054	+0,7	+4,3	9,0
25	7.453	27,8	-3,0	96,0	30	7.381	30,0	-6,0	75,7	30	-0.072	+2,2	-3,0	11,5
26	7.372	32,9	-5,0	96,8	15	7.387	32,9	-5,0	77,2	20	-0.015	0,0	0,0	10,0
27	7.351	32,5	-6,1	95,6	10	7.347	36,8	-4,8	73,2	10	+0.004	+4,3	+1,3	10,0
28	7.362	31,0	-6,6	96,4	15	7.331	34,5	-6,8	78,0	15	+0.031	+3,5	-0,2	11,0
29	7.383	34,0	-4,0	95,9	10	7.369	38,8	-3,0	75,6	10	+0.014	+4,8	+1,0	12,0
30	7.400	37,4	-1,2	95,7	5	7.377	41,6	-0,2	67,8	5	+0.023	+4,2	+1,0	10,5
31	7.366	35,0	-5,0	95,4	5	7.295	41,0	-6,0	72,1	15	+0.065	+6,0	-1,0	9,5
32	7.376	31,0	-6,0	96,9	10	7.387	34,9	-3,0	73,0	10	+0.011	+3,9	+3,0	10,0
33	7.436	34,5	-1,0	98,3	15	7.433	36,7	+0,5	88,0	10	+0.003	+2,2	+1,5	10,5
34	7.384	31,2	-5,0	97,4	15	7.369	34,0	-4,5	88,6	10	+0.015	+2,8	+0,5	11,5
35	7.361	31,3	-6,5	94,8	15	7.357	33,7	-5,5	80,1	10	+0.004	+2,4	+1,0	10,5
36	7.374	32,7	-5,0	95,0	10	7.364	34,5	-4,8	71,5	7	+0.010	+1,8	+0,2	11,5
37	7.350	29,0	-8,0	95,7	20	7.351	36,0	-5,0	80,7	15	-0.001	+7,0	+3,0	16,0
38	7.423	34,4	-1,8	95,7	10	7.432	39,0	+1,0	85,2	12	-0.009	+4,6	+2,8	11,5
39	7.353	33,1	-6,0	95,2	20	7.353	42,9	-2,0	76,3	5	0.000	+9,8	+4,0	10,5
40	7.438	37,3	+1,0	95,0	15	7.401	44,5	+2,5	59,4	16	+0.037	+7,2	+1,5	10,0

- continua -

TABELA I - continuação

VENOSO

CAPILAR

Nº	CAPILAR				VENOSO				T	Z sat.	DB.	pCO ₂	pH	pCO ₂	DB.	Z sat.	T	Δ pH (cap-ven)	Δ pCO ₂ (ven-cap)	Δ D.B. (v-c)	Hb
	pH	pCO ₂	DB.	Z sat.	T	Z sat.	DB.	pCO ₂													
41	7.381	36,6	-3,0	96,4	20	7.416	39,8	+1,0	77,0	5	-0.035	+3,2	+4,0	9,5							
42	7.362	31,3	-6,3	95,9	15	7.360	33,0	-5,0	85,6	10	+0.002	+1,7	+1,3	10,5							
43	7.350	31,2	-7,0	95,9	20	7.373	37,2	-3,5	84,5	10	-0.023	+6,0	+3,5	11,5							
44	7.360	32,9	-5,5	96,1	10	7.366	32,9	-5,5	85,2	10	-0.006	0,0	0,0	11,0							
45	7.378	35,1	-3,0	95,0	10	7.375	37,2	-3,0	79,4	10	+0.003	+2,1	0,0	14,0							
46	7.361	31,1	-6,5	97,0	10	7.367	37,2	-4,0	86,8	10	-0.006	+6,1	+2,5	10,0							
47	7.372	31,6	-6,0	96,2	10	7.372	35,3	-4,5	76,0	15	0.000	+3,7	+1,5	10,5							
48	7.420	35,2	-1,1	96,0	10	7.394	40,0	-0,1	86,5	15	+0.026	+4,8	+1,0	10,0							
49	7.400	37,6	-1,1	97,9	10	7.396	38,4	-1,3	82,6	10	+0.014	+0,8	-0,2	12,5							
50	7.378	35,1	-3,5	96,1	15	7.358	36,1	-4,3	87,6	13	+0.020	+1,0	-0,8	11,5							
51	7.378	34,0	-3,4	95,4	15	7.367	37,6	-3,0	79,0	15	+0.020	+3,6	+0,4	12,0							
52	7.359	35,0	-4,9	96,1	15	7.356	41,9	-1,3	86,2	10	+0.003	+6,9	+3,6	10,0							
53	7.369	34,3	-4,5	95,0	10	7.379	36,0	-3,0	90,5	10	-0.010	+1,7	+1,5	13,5							
54	7.354	35,5	-5,0	95,4	10	7.353	39,4	-3,2	81,5	10	-0.001	+3,9	+1,8	9,5							
55	7.394	36,2	-2,0	95,5	10	7.383	38,2	-2,0	74,0	10	+0.011	+2,0	0,0	10,0							
56	7.357	33,9	-6,0	95,1	15	7.356	37,2	-4,5	74,6	10	+0.001	+3,3	+1,5	10,5							
57	7.412	32,5	-3,2	95,9	50	7.402	35,6	-2,2	75,5	20	+0.010	+3,1	+1,0	9,0							
58	7.374	34,2	-4,5	95,8	15	7.384			89,0	20	-0.010			10,0							
59	7.403	31,2	-4,5	95,8	10	7.374	34,1	-4,5	69,8	10	+0.029	+2,9	0,0	10,0							
60	7.406	34,9	-2,1	96,0	20	7.399	35,9	-2,0	63,0	10	+0.007	+1,0	+0,1	9,0							

- continua -

TABELA I - continuação

VENOSO

CAPILAR

Nº	pH	pCO ₂	DB.	% sat.	T	pH	pCO ₂	DB.	% sat.	T	Δ pH (cap-ven)	Δ pCO ₂ (ven-cap)	Δ D.B. (v-c)	Hb
61	7.397	34,2	-3,1	95,5	30	7.350	36,7	-4,5	68,4	10	+0.047	+2,5	-1,4	10,0
62	7.380	31,5	-5,5	96,8	10	7.360	32,2	-6,2	65,2	10	+0.020	+0,7	-0,7	8,5
63	7.351	30,7	-7,3	95,5	10	7.367	34,8	-4,9	67,1	10	+0.016	+4,1	+2,4	9,5
64	7.412	37,0	-0,4	97,0	20	7.354	41,0	-2,0	70,6	5	+0.058	+4,0	-1,6	9,0
65	7.356	33,2	-5,9	96,0	5	7.351	36,1	-4,9	65,4	5	-0.005	+2,9	+1,0	10,5
66	7.372	33,7	-4,5	95,5	10	7.364	35,2	-4,5	73,0	5	+0.008	+1,5	0,0	8,0
67	7.395	34,7	-3,0	95,9	20	7.335	35,9	-5,5	84,4	10	+0.060	+2,2	-2,0	9,5
68	7.360	35,4	-5,5	96,0	15	7.327	35,3	-6,5	82,8	10	+0.033	-0,1	-1,0	10,5
69	7.355	34,6	-5,0	97,0	20	7.336	37,1	-5,0	68,0	5	+0.019	+2,5	0,0	10,0
70	7.397	34,7	-2,7	97,2	10	7.355	39,3	-3,0	72,0	10	+0.042	+4,6	-0,3	8,5
71	7.393	37,3	-1,5	96,3	10	7.388	41,6	-0,2	73,4	10	+0.005	+4,6	+1,3	10,5
72	7.402	37,6	-1,0	96,7	10	7.350	43,1	-1,0	85,6	10	+0.052	+5,5	0,0	11,0
73	7.384	33,8	-4,0	95,6	15	7.364	35,6	-4,0	77,0	15	+0.020	+1,8	0,0	9,5
74	7.383	33,8	-3,7	96,4	10	7.380	39,7	-1,7	74,6	15	+0.003	+0,9	+2,0	8,5
75	7.371	32,8	-5,1	95,9	15	7.363	38,7	-3,5	45,0	5	+0.008	+5,9	+1,6	8,5
76	7.378	33,8	-4,0	96,1	15	7.332	38,4	-4,5	67,8	10	+0.046	+4,6	-0,5	11,5
77	7.384	34,6	-3,5	95,5	10	7.348	39,3	-3,2	72,5	10	+0.036	+4,7	+0,3	8,5
78	7.402	34,0	-3,0	95,7	10	7.392	37,0	-2,0	90,0	10	+0.010	+3,0	+1,0	11,0
79	7.397	32,9	-4,7	96,4	10	7.357	33,1	-6,0	88,0	10	+0.040	+0,2	-1,3	9,5
80	7.384	35,1	-3,5	96,2	15	7.361	39,7	-2,5	70,0	10	+0.023	+4,6	+1,0	8,5

- continua -

TABELA I - continuação

CAPILAR VENOSO

Nº	pH	pCO ₂	DB.	% sat.	T	pH	pCO ₂	DB.	% sat.	T	Δ pH (cap-ven)	Δ pCO ₂ (ven-cap)	Δ D.B. (v-c)	Hb
81	7.396	34,5	-3,3	96,3	10	7.352	40,9	-2,3	75,0	15	+0.044	+6,4	+1,0	10,0
82	7.374	35,6	-3,7	95,7	10	7.364	39,8	-2,7	75,0	15	+0.010	+4,2	+1,0	11,0
83	7.355	31,7	-6,7	95,4	5	7.335	35,0	-6,0	69,0	10	+0.020	+3,3	+0,7	10,0
84	7.398	36,2	-2,0	95,4	15	7.397	38,5	-0,9	88,4	5	+0.001	+2,3	+1,1	10,0
85	7.384	33,9	-4,0	95,6	10	7.354	43,0	-1,0	85,6	10	+0.030	+9,1	+3,0	11,5
86	7.395	35,4	-2,0	95,8	10	7.388	41,6	-0,2	76,0	12	+0.007	+6,2	+1,8	12,0
87	7.355	33,5	-6,0	95,0	10	7.345	38,5	-4,0	72,5	15	+0.005	+5,0	+2,0	8,5
88	7.355	34,0	-5,5	95,7	8	7.345	38,0	-4,0	76,0	10	+0.010	+4,0	+1,0	10,0
89	7.380	37,0	-2,5	96,0	15	7.390	41,5	0,0	86,4	15	-0.010	+4,5	+2,5	12,0
90	7.400	35,0	-2,2	95,7	10	7.380	37,9	-2,2	79,5	15	+0.020	+2,9	0,0	10,0
91	7.418	31,0	-3,0	97,0	20	7.385	32,6	-2,5	73,0	15	+0.032	+1,6	+0,5	12,0
92	7.386	33,0	-4,1	97,6	10	7.350	35,0	-5,2	80,6	15	+0.036	+2,0	-1,1	9,5
93	7.397	34,0	-3,0	96,5	10	7.360	38,8	-3,0	75,0	10	+0.037	+4,8	0,0	10,0
94	7.410	37,3	-0,5	95,0	10	7.400	40,0	0,0	68,7	7	+0.010	+2,7	+0,5	11,0
95	7.385	32,0	-5,0	95,6	10	7.385	33,6	-4,0	64,6	10	+0.000	+1,6	+1,0	9,0
96	7.385	34,0	-3,6	95,9	15	7.360	38,0	-3,6	86,9	15	+0.025	+4,0	0,0	10,0

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - ALBERT, M.S. & WINTERS, R.W. - Acid-base equilibrium of blood in normal infants. *Pediatrics*, 37: 728-732, 1966.
- 2 - ALBERT, M.S.; DELL, R.B. & WINTERS, R.W. - Quantitative displacement of acid-base equilibrium in metabolic acidosis. *Ann. Intern. Med.*, 66: 312-322, 1967.
- 3 - ASTRUP, P. & SCHRODER, S. - Apparatus for anaerobic determination of the pH of blood at 38°C. *Scandinav. J. Clin. Lab. Invest.*, 8: 30-32, 1956.
- 4 - ASTRUP, P. - A simple electrometric technique for the determination of carbon dioxide tension in plasma and blood, total content of carbon dioxide in plasma, and bicarbonate content in "separated" plasma at a fixed carbon dioxide tension (40 mmHg). *Scandinav. J. Clin. Lab. Invest.*, 8: 33-43, 1956.
- 5 - ASTRUP, P.; JORGENSEN, K.; SIGGAARD-ANDERSEN, O. & ENGEL, K. - The acid-base metabolism. A new approach. *Lancet*, 1: 1035-1039, 1960.
- 6 - ASTRUP, P.; ENGEL, K.; JORGENSEN, K. & SIGGAARD-ANDERSEN, O. - Definitions and terminology in blood acid-base chemistry. *Ann. N. Y. Ac. Sci.*, 133: 59-65, 1966.
- 7 - AUSTIN, W.H. - Acid-base balance. A review of current approaches and techniques. *Amer. Heart J.*, 69: 691-700, 1965.
- 8 - AUSTIN, W.H. - Influence of normal activity on the acid-base status of venous blood. *J. Maine Assoc.*, 63: 12-13, 1972.
- 9 - BARRAT-BOYES, B.G. & WOOD, E.H. - The oxygen saturation of blood in the venae cavae, right-heart chambers, and pulmonary vessels of healthy subjects. *J. Lab. Clin. Med.*, 50: 93-106, 1957.

- 10 - BEHRMAN, R.E. - The use of acid-base measurements in the clinical evaluation and treatment of the sick neonate. *J. Pediat.*, 74: 632-637, 1969.
- 11 - BERGMAN, N.A.; COLEMAN, A.J. & NUNN, J.F. - Choice of blood for acid-base studies. *Lancet*, 2: 1335-1336, 1963.
- 12 - BOYD, A.D.; TREMBLAY, R.E.; SPENCER, F.C. & BAHNSON, H.T. - Estimation of cardiac output soon after intracardiac surgery with cardiopulmonary bypass. *Ann. Surg.*, 150: 613-626, 1959.
- 13 - BREWIS, R.A.L. - Clinical measurements relevant to the assesment of hypoxia. *Brit. J. Anaesth.*, 41: 742-750, 1969.
- 14 - BROOKS, D. & WYNN, V. - Use of venous blood for pH and carbon-dioxide studies. Especially in respiratory failure and during anaesthesia. *Lancet*, 1: 227-230, 1959.
- 15 - CASSELS, D.E. & MORSE, M. - Arterial blood gases and acid-base balance in normal children. *J. Clin. Invest.*, 32: 824-836, 1953.
- 16 - CHRISTIANSEN, J.; DOUGLAS, C.G. & HALDANE, J.S. - In Van Slyke, D.D. - Some points of acid-base history in physiology and medicine. *Ann. N. Y. Ac. Sci.*, 133: 5-14, 1966.
- 17 - CLAUSS, R.H. & RAY, J.F. - Pharmacologic assistance to the failing circulation. *Surg. Gyn. Obst.*, 126: 611-624, 1968.
- 18 - COLLIS, J.M. & NEAVERSON, M.A. - Arterialized venous blood. A comparison of pH, pCO₂, and oxygen saturation with that of arterial blood. *Brit. J. Anaesth.*, 39: 883-886, 1967.
- 19 - CULLEN, G.E. & ROBINSON, H.W. - The normal variations in plasma hydrogen ion concentration. *J. Biol. Chem.*, 57: 533-540, 1923.
- 20 - CUNITZ, G.; WEIS, K.H. & MANDEL, R. - Vergleichende bestimmungen des säure-basen-status und der blutgase aus zentralvenösem und arteriellem blut. *Anaesthesist*, 20: 90-94, 1971.

- 21 - DANIEL, S.S.; ADAMSONS, K., Jr. & JAMES, L.S. - Lactate and pyruvate as an index of prenatal deprivation. *Pediatrics*, 37: 942-953, 1966.
- 22 - DAUTREBANDE, L.; DAVIES, H.W. & MEAKINS, J. - The influence of circulatory changes on the gaseous exchange of the blood. *Heart*, 10: 133-152, 1923.
- 23 - DELL, R.B.; ENGEL, K. & WINTERS, R.W. - Relevance to the acid-base changes in the respiratory distress syndrome. *J. Pediat.*, 69: 909-910, 1966.
- 24 - DEROM, R. - Anaerobic metabolism in the human fetus. I. The normal delivery. *Amer. J. Obstet. Gynec.*, 89: 241-251, 1964.
- 25 - DESAI, S.D.; HOLLOWAY, R. & THAMBIRAN, A.K. - Blood samples from ear-lobe puncture. *Lancet*, 2: 1126-1127, 1965.
- 26 - DOLL, E.; KEUL, J. & MAIWALD, C. - Oxygen tension and acid-base equilibria in venous blood of working muscle. *Am. J. Phys.*, 215: 23-29, 1968.
- 27 - EDELMANN, C.M., Jr.; SORIANO, J.R.; BOICHIS, H.; GRUSKIN, A.B. & ACOSTA, M.I. - Renal bicarbonate reabsorption and hydrogen ion excretion in normal infants. *J. Clin. Invest.*, 46: 1309-1317, 1967.
- 28 - ENGEL, K.; DELL, R.B.; RAHILL, W.J.; DENNING, C.R. & WINTERS, R.W. - Quantitative displacement of acid-base equilibrium in chronic respiratory acidosis. *J. Appl. Physiol.*, 24: 288-295, 1968.
- 29 - FISCHER, W.M. & TOUSSAINT, W. - Über den Säure-base-haushalt beim neugeborenen: untersuchungen in den ersten lebensminuten. *Arch. Gynäk.*, 199: 182-198, 1963.
- 30 - GAMBINO, S.R. - Heparinized vacuum tubes for determination of plasma pH, plasma CO₂ content, and blood oxygen saturation. With an extensive discussion of pH methodology. *Am. J. Clin. Path.*, 32: 285-293, 1959, a.
- 31 - GAMBINO, S.R. - Normal values for adult human venous plasma pH and CO₂ content. *Am. J. Clin. Path.*, 32: 294-297, 1959, b.

- 32 - GAMBINO, S.R. - Comparisons of pH in human arterial, venous and capillary blood. *Am. J. Clin. Path.*, 32: 298-300, 1959, c.
- 33 - GAMBINO, S.R. - The clinical value of routine determinations of venous plasma pH in acid-base problems. *Am. J. Clin. Path.*, 32: 301-303; 1959, d.
- 34 - GAMBINO, S.R. - General discussion. Em Current concepts of acid-base measurement. *Ann. N. Y. Ac. Sci.*, 133: 235-245, 1966.
- 35 - GAMBINO, S.R.; ASTRUP, P.; BATES, R.G.; CAMPBELL, E.J.M.; CHINARD, F.P.; NAHAS, G.G.; SIGGAARD-ANDERSEN, O. & WINTERS, R. - Report of the AD HOC committee on methodology. *Ann. N. Y. Ac. Sci.*, 133: 259-267, 1966.
- 36 - GANDY, G.; GRANN, L.; CUNNINGHAM, N.; ADAMSONS, K.; & JAMES, L.S. - The validity of pH and pCO₂ measurements in capillary samples in sick and healthy newborn infants. *Pediatrics*, 34: 192-197, 1964.
- 37 - GAUDEBOT, C.; BLAYO, M.C. & POCIDALO, J.J. - A comparative study of techniques for direct and indirect determinations of blood pCO₂. *Ann N. Y. Ac. Sci.*, 133: 66-72, 1966.
- 38 - GOLDMAN, R.H.; BRANIFF, B.; HARRISON, D.C. & SPIVACK, A.P. - The use of central venous oxygen saturation measurements in a coronary care unit. *Ann. Intern. Med.*, 68: 1280-1287, 1968.
- 39 - GOLDSCHMIDT, S. & LIGHT, A.B. - A method of obtaining from veins blood similar to arterial blood in gaseous content. *J. Biol. Chem.*, 64: 53-58, 1925.
- 40 - GROSFELD, J.L.; O'NEILL, J.A.; BOLES, E.T. & CLATWORTHY, H.W. - Monitoring venous pH and gas tensions. During operations on infants and children. *Arch. Surg.*, 100: 584-588, 1970.

- 41 - HACKNEY, J.D.; SEARS, C.H. & COLLIER, C.R. - Estimation of arterial CO₂ tension by rebreathing technique. *J. Appl. Physiol.*, 12: 425-430, 1958.
- 42 - HARRISON, E.M. & GALLOON, S. - Venous blood as an alternative to arterial blood for the measurement of carbon dioxide tensions. *Brit. J. Anaesth.*, 37: 13-18, 1965.
- 43 - JAMES, L.S.; WEISBROT, I.M.; PRINCE, C.E.; HOLADAY, D.A. & APGAR, V. - The acid-base status of human infants in relation to birth asphyxia and the onset of respiration. *J. Pediat.*, 52: 379-394, 1958.
- 44 - KOCH, G. - Comparison of carbon dioxide tension, pH, and standard bicarbonate in capillary blood and in arterial blood. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.*, 17: 223-229, 1965.
- 45 - KOCH, G. & WENDEL, H. - Adjustment of arterial blood gases and acid-base balance in the normal newborn infant during the first week of life. *Biol. Neonat.*, 12: 136-161, 1968.
- 46 - LANGLANDS, J.H.M. & WALLACE, W.F.M. - Small blood-samples from ear lobe puncture. A substitute for arterial puncture. *Lancet*, 2: 315-317, 1965.
- 47 - LITTLE, D.M., Jr. - Acid-base analysis. *Lancet*, 1: 1043-1044, 1964.
- 48 - MAC KENZIE, G.J.; FLENLEY, D.C.; TAYLOR, S.H.; MC DONALD, A.H.; STAUNTON, H.P. & DONALD, K.W. - Circulatory and respiratory studies in myocardial infarction and cardiogenic shock. *Lancet*, 2: 825-832, 1964.
- 49 - MAC RAE, D.J. & PALAVRADJI, D. - Comparison between arterial, capillary and venous acid-base measurements in the newborn infant. *J. Obst. Gynaec. Brit. Cwlth.*, 73: 761-765, 1966.
- 50 - MARCONDES, E. - Correção da acidose. Desidratação e desnutrição em pediatria. Ed. Sarvier, pg. 123-131, 1971.

- 51 - MARCONDES, E. - Estudo antropométrico de crianças brasileiras de zero a doze anos de idade. Suplem. Anais Nestlé, 84: 1-15, 1972.
- 52 - MC ARTHUR, K.T.; CLARK, L.C., Jr.; LYONS, C. & STERLING, E. - Continuous recording of blood oxygen saturation in open-heart operations. Surgery, 51: 121-126, 1962.
- 53 - MEAKINS, J. & DAVIES, H.W. - Observations on the gases in human arterial and venous blood. J. Path. Bact., 23: 451-461, 1920.
- 54 - MITCHELL, J.H.; SPROULE, B.J. & CHAPMAN, C.B. - The physiological meaning of the maximal oxygen intake test. J. Clin. Lab. Invest. 37: 538-547, 1958.
- 55 - MOOD, A.M. & GRAYBILL, F.A. - Introduction to the theory of statistics., 2nd. Ed., Mc Graw - Hill Book Company, New York, pg. 248-359, 1963.
- 56 - MORSE, M.; CASSELS, D.E. & HOLDER, M. - The position of the oxygen dissociation curve of the blood in normal children and adults. J. Clin. Invest., 29: 1091-1097, 1950.
- 57 - NATELSON, S. & TIETZ, N. - Blood pH measurement with the glass electrode. Study of venous and fingertip blood. Clin. Chem., 2: 320-327, 1956.
- 58 - NELSON, N.M. & RIEGEL, K.P. - A schematic approach to acid-base therapy in the newborn. Pediatrics, 43: 821-826, 1969.
- 59 - OSNES, J.B. & HERMANSEN, L. - Acid-base balance after maximal exercise of short duration. J. Appl. Physiol., 32: 59-63, 1972.
- 60 - PETERS, J.P.; BULGER, H.A. & EISENMAN, A.J. - Total acid-base equilibrium of plasma in health and disease. III. The differences between arterial and venous blood. J. Biol. Chem., 67: 165-173, 1926, a.

- 61 - PETERS, J.P.; BULGER, H.A.; EISENMAN, A.J. & LEE, C. - Total acid-base equilibrium of plasma in health and disease. IV. The effects of stasis, exercise, hyperpnea, and anoxemia; and the causes of tetany. *J. Biol. Chem.*, 67: 175-218, 1926, b.
- 62 - PHILLIPS, B. & PERETZ, D.I. - A comparison of central venous and arterial blood gas values in the critically ill. *Ann. Intern. Med.*, 70: 745-749, 1969.
- 63 - RAISON, J.C.A. - Choice of blood for acid-base studies. *Lancet*, 2: 1335-1335, 1963.
- 64 - RAMACHANDRAN, P.R.; FAIRLEY, H.B. & LAWS, A.K. - Central venous blood as an index of acid-base and oxygenation status. *Canad. Anaes. Soc. J.*, 15: 332-346, 1968.
- 65 - REARDON, H.S.; BAUMANN, M.L. & HADDAD, E.J. - Chemical stimuli of respiration in the early neonatal period. *J. Pediat.*, 57: 151-170, 1960.
- 66 - ROTH, G. - Influence of nitrous oxide on the acid-base balance of the cord blood. *Amer. J. Obstet. Gynec.*, 85: 48-51, 1963.
- 67 - ROTH, G. & NILSSON, I. - Studies on fetal and maternal metabolic acidosis. *Clin. Sci.*, 26: 121-132, 1964.
- 68 - SALENIUS, P. - A study of the pH and buffer capacity of blood, plasma, and red blood cells. *Scandinav. J. Clin. Lab. Invest.*, 9: 160-167, 1957.
- 69 - SAMET, P.; LINHART, J.W.; BAROLD, S.S. & HILDNER, F. - Reliability of mixed venous blood for the measurement of blood gas parameters. *J. Thor. Cardio. Surg.*, 58: 131-134, 1969.
- 70 - SANYAL, S.K.; GHOSH, K.; NIGAM, R.; SARKAR D. & MADHAVAN, S. - The biochemical aspects of congestive heart failure in children. Part I. *J. Pediat.*, 79: 250-254, 1971.

- 71 - SEARCY, R.L.; GORDON, G.F. & SIMS, N.M. - Choice of blood for acid-base studies. *Lancet*, 2: 1232-1232, 1963.
- 72 - SEVERINGHAUS, J.W. & BRADLEY, A.F. - Electrodes for blood pO₂ and pCO₂ determination. *J. Appl. Physiol.*, 13: 515-520, 1958.
- 73 - SEVERINGHAUS, J.W. - Blood gas calculator. *J. Appl. Physiol.*, 21: 1108-1116, 1966.
- 74 - SHARPEY-SCHAFFER, E.P.; SEMPLE, S.J.G.; HALLS, R.W. & HOWART, S. - Venous constriction after exercise; its relation to acid-base changes in venous blood. *Clin. Sci.*, 29: 397-406, 1965.
- 75 - SHOCK, N.W. & HASTINGS, A.B. - Studies of the acid-base balance of the blood. III. Variation in the acid-base balance of the blood in normal individuals. *J. Biol. Chem.*, 104: 585-600, 1934.
- 76 - SIGGAARD-ANDERSEN, O. ; ENGEL, K.; JORGENSEN, K. & ASTRUP, P. - A micro method for determination of pH, carbon dioxide tension, base excess and standard bicarbonate in capillary blood. *Scandinav. J. Clin. Lab. Invest.*, 12: 172-176, 1960.
- 77 - SIGGAARD-ANDERSEN, O. & ENGEL, K. - A new acid-base nomogram. An improved method for the calculation of the relevant blood acid-base data. *Scandinav. J. Clin. Lab. Invest.*, 12: 177-186, 1960.
- 78 - SIGGAARD-ANDERSEN, O. - Sampling and storing of blood for determination of acid-base status. *Scandinav. J. Clin. Lab. Invest.*, 13: 196-204, 1961.
- 79 - SIGGAARD-ANDERSEN, O. - The pH-log pCO₂ blood acid-base nomogram revised. *Scandinav. J. Clin. Lab. Invest.*, 14: 598-604, 1962.
- 80 - SIGGAARD-ANDERSEN, O. - The acid-base status of the blood. *Scandinav. J. Clin. Lab. Invest.*, 15: Suppl. 70, 1963, a.

- 81 - SIGGAARD-ANDERSEN, O. - Blood acid-base alignment nomogram. Scales for pH, pCO_2 , base excess of whole blood of different hemoglobin concentrations, plasma bicarbonate, and plasma total CO_2 . *Scandinav. J. Clin. Lab. Invest.*, 15: 211-217, 1963, b.
- 82 - SIGGAARD-ANDERSEN, O. - Acid-base disturbances. *Lancet*, 1: 1104-1104, 1964.
- 83 - SIGGAARD-ANDERSEN, O. - Titratable acid or base of body fluids. *Ann. N. Y. Ac. Sci.*, 133: 41-58, 1966.
- 84 - STRAUMFJORD, J.V. - Determination of blood pH. *Standard methods of clinical chemistry*. Ed. Seligson, D. New York Academic Press, pg.107-121, 1958.
- 85 - SUSKIND, M. & RAHN, H. - Relationship between cardiac output and ventilation and gas transport, with particular reference to anesthesia. *J. Appl. Physiol.*, 7: 59-65, 1954.
- 86 - SUTTON, R.N.; WILSON, R.F. & WALT, A.J. - Differences in acid-base levels and oxygen-saturation between central venous and arterial blood. *Lancet*, 2: 748-751, 1967.
- 87 - THEYE, R.A. & TUOHY, G.F. - The value of venous oxygen levels during general anesthesia. *Anesthesiology*, 26: 49-54, 1965.
- 88 - TICE, D.A.; GROSFELD, J.L.; MAZZIA, V.D.B. & SPENCER, F.C. - Monitoring of blood gas tensions and pH during surgical operations. *Arch. Surg.*, 96: 247-251, 1968.
- 89 - TORJUSSEN, W. & NITTER-HAUGE, S. - pH and pCO_2 in capillary blood from the ear lobe. *Scandinav. J. Clin. Lab. Invest.*, 19: 79-81, 1967.
- 90 - TUDVAD, F.; MC NAMARA, H. & BARNETT, H.L. - Renal response of premature infants to administration of bicarbonate and potassium. *Pediatrics*, 13: 4-16, 1954.

- 91 - VALENTINE, P.A.; FLUCK, D.C.; MOUNSEY, J.P.D.; REID, D.; SHILLING-FORD, J.P. & STEINER, R.E. - Blood gas changes after acute myocardial infarction. *Lancet*, 2: 837-841, 1966.
- 92 - VAN SLYKE, D.D. & CULLEN, G.E. - Studies of acidosis. I. The bicarbonate concentration of the blood plasma; its significance, and its determination as a measure of acidosis. *J. Biol. Chem.*, 20: 289-346, 1917.
- 93 - VAN SLYKE, D.D. - Studies of acidosis. XVII. The normal and abnormal variations in the acid-base balance of the blood. *J. Biol. Chem.*, 48: 153-176, 1923.
- 94 - VIEYRA, M.M.; TEJERO, L.C.; ESPARZA, J.M.; SEEMANN, T.T. & FIGUEROA, L. G. - Los componentes metabólico y respiratorio del equilibrio ácido básico en el niño. *Arch. Inst. Cardiol. Méx.*, 41: 242-248, 1971.
- 95 - VOKÁČ, Z. & VÁVROVÁ, V. - Development of non-respiratory components of acid-base equilibrium in 250 normal children aged one month to 15 years. *Acta Paediat. Scand.*, 57: 41-46, 1968.
- 96 - YOSHIMURA, H. - A new micro-glass electrode and the pH of arterial, venous and capillary blood. Studies on the blood pH estimated by the glass electrode method. *J. Biochem.*, 23: 335-350, 1936.
- 97 - WINTERS, R.W. - Studies of acid-base disturbances. *Pediatrics*, 39: 700-712, 1967.
- 98 - WOOLF, C.R. - The in vitro and in vivo use of an oxygen micro-electrode. *J. Lab. Clin. Med.*, 69: 853-861, 1967.
- 99 - WYNN, V. & LUDBROOK, J. - A method of measuring the pH of body fluids. *Lancet*, 1: 1068-1070, 1957.
- 100 - ZAHN, R.L. & WEIL, M.H. - Central venous blood for monitoring pH and pCO₂ in the critically ill patient. *J. Thor. Cardio. Surg.*, 52: 105-111, 1966.