

Kinesis, 1993, 12, 57-81.

**Estudo do Consumo Máximo
de Oxigênio em Escolares
Nutridos e com Desnutrição
Leve**

**Study of Maximum Oxygen
consumption in Nourished
and lightly Unnourished
students**

**Marilia de Rosso Krug
Dr. Renan Maximiliano Fernandes Sampedro
Ddo. Volmar Geraldo da Silva Nunes**

Resumo

Este estudo teve como objetivo comparar os resultados entre os índices de consumo máximo de oxigênio de escolares nutridos e com desnutrição leve, de ambos os sexos, com idade de 14 anos, matriculados nas escolas das redes de ensino municipal e estadual, da cidade de Santa Maria-RS. Para a determinação do padrão do estado nutricional, através do peso e da estatura, utilizou-se os limites de tolerância de LIMA, e na obtenção do consumo máximo de oxigênio, utilizou-se o teste de esforço máximo, conforme protocolo de BALKE. Os gases obtidos em repouso e em exercício foram medidos no analisador de gases respiratórios MICRO SHOLANDER. Concluiu-se que: (a) os escolares nutridos obtiveram melhores valores médios nas variáveis antropométricas estudadas em relação aos escolares desnutridos leves de ambos os sexos. Pôde-se verificar, através das comparações das médias a existência de diferenças estatisticamente significativas, ao nível de 5%; e (b) comparando-se as médias dos índices de consumo máximo de oxigênio absoluto e de dióxido de carbono absoluto na condição de exercício, obteve-se diferenças estatisticamente significativas, ao nível de 5%, entre escolares nutridos e com desnutrição leve do mesmo sexo, sendo estas diferenças favoráveis aos escolares nutridos de ambos os sexos; contudo, não encontrou-se diferenças estatisticamente significativas nos demais índices estudados. Em função destes resultados conclui-se que os escolares com desnutrição leve apresentam um consumo máximo de oxigênio menor, quando comparados com escolares normais, estando esta diminuição relacionada com seu o peso corporal.

Abstract

The purpose of this study was to compare the results of maximum oxygen consumption rates between nourished and lightly unnourished students of both sexes, at the age of fourteen, enrolled in schools of the state or municipal educational system in the city of Santa Maria-RS. In order to determine the nutritional state pattern, through weight and height, LIMA'S tolerance limits were used, and to obtain the maximum oxygen consumption, the maximum exertion test according to BALKE'S protocol was applied. The gases obtained whether at rest or in exercise were measured in the analyser of respiratory gases named "MICRO SHOLANDER". It was concluded that (a) the nourished students got

Better medium values in the anthropometric variables that were studied in relation to both male and female lightly unnourished students. By comparing the averages, the existence of statistically significant differences at the level of 5% could be verified; and (b) comparing the averages of maximum consumption rates of absolute oxygen and absolute carbon dioxide when in exercise condition, statistically significant differences, at the level of 5%, between nourished and lightly unnourished students of the same sex were obtained, and these differences were favorable to male and female nourished students; however, no statistically significant differences were found in the other rates in study. Due to these results, it is concluded that lightly unnourished students have a lower maximum oxygen consumption when they are compared to normal students; being this reduction related to these students' body weight.

Introdução

Atualmente os professores de Educação Física preocupam-se com escolares que apresentam problemas de desnutrição, pois seu crescimento e desenvolvimento são afetados pela carência alimentar. Torna-se necessário que todos cooperem, cada qual no âmbito de suas funções, para acelerar o processo de redenção nutricional da criança brasileira. A escola pública tem assumido, em face desta realidade, a função de atenuar, através da merenda escolar gratuita, a gravidade do problema, a título emergencial, enquanto não é possível corrigir as causas principais dessa anomalia.

Além do estado nutricional, outro aspecto que tem sido objeto de estudo por vários pesquisadores (*Davies, apud Ferreira e Zucas, 1983*), é a influência da atividade física diária na aptidão física. Os mesmos autores investigaram a resposta do organismo em crianças anêmicas, desnutridas e crianças que tinham sido reabilitadas de desnutrição no passado e verificaram que as crianças anêmicas e normais possuíam, na época, uma estrutura física similar a das crianças africanas. No entanto, as crianças desnutridas evidenciaram menores proporções físicas.

Com relação ao consumo máximo de oxigênio, observaram que crianças anêmicas, e principalmente as desnutridas, possuíam níveis mais baixos ao serem comparadas com crianças do grupo normal e com resultados obtidos em crianças uropéias.

Segundo *Leite (1984)*, durante o exercício físico, o metabolismo corporal aumenta o consumo máximo de oxigênio pelos músculos esqueléticos em atividade. Como o fornecimento de oxigênio depende do sistema cardiorespiratório, a eficiência deste sistema determina sua melhor ou pior capacidade funcional e, através de várias metodologias, é possível medir o consumo máximo de oxigênio em valores numéricos e quantificar a capacidade aeróbica e de trabalho físico do ser humano, independente de seu estado nutricional.

Para *Angelis e Flores (apud Mello, 1989)*, a desnutrição pode ocasionar sérios problemas na saúde do ser humano, tais como diminuição do peso corporal, interrupção do crescimento, alterações fisiológicas, diminuição da capacidade aeróbica, que leva a uma diminuição do consumo máximo de oxigênio, retardo no amadurecimento do sistema nervoso, o que pode determinar uma redução na capacidade de aprendizagem, aumento do índice de mortalidade e outros problemas.

Assim sendo, a questão básica investigada relacionou-se ao seguinte problema:

“EXISTEM DIFERENÇAS NO CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO EM ESCOLARES NUTRIDOS E COM DESNUTRIÇÃO LEVE, DE AMBOS OS SEXOS, COM IDADE DE 14 ANOS, NA REDE ESCOLAR DA CIDADE DE SANTA MARIA?”

O objetivo geral do estudo foi comparar os resultados entre os índices de consumo máximo de oxigênio de escolares nutridos e com desnutrição leve, de ambos os sexos, com idade de 14 anos, matriculados nas escolas das redes de ensino municipal e estadual da cidade de Santa Maria-RS.

Para atingi-lo, formularam-se os seguintes objetivos específicos:

a) Determinar as medidas antropométricas de escolares de ambos os sexos, com idade de 14 anos, matriculados nas escolas das redes de ensino municipal e estadual da cidade de Santa Maria-RS;

b) Identificar os escolares nutridos e com desnutrição leve, de ambos os sexos, com idade de 14 anos, matriculados nas escolas das redes de ensino municipal e estadual da cidade de Santa Maria-RS;

c) Verificar o consumo máximo de oxigênio de escolares nutridos e com desnutrição leve, de ambos os sexos, com idade de 14 anos, matriculados nas escolas das redes de ensino municipal e estadual da cidade de Santa Maria-RS.

Com a crescente crise financeira que assola o País, é cada vez mais difícil a manutenção dos padrões econômicos por algumas famílias, que têm dificuldades para satisfazer as suas necessidades básicas de sobrevivência, tais como moradia, vestuário, alimentação, educação e outros.

A alimentação é uma necessidade fundamental, sem ela o indivíduo não consegue energia para realizar os seus movimentos. No corpo, ela sofre uma série de reações químicas para formação de um composto que, é a fonte direta de energia, (*Krause e Mahan, 1985*).

Uma vez que o movimento humano depende da transformação da energia química dos nutrientes, armazenados nas células, em energia mecânica, o estudo das fontes energéticas, nos processos metabólicos anaeróbicos e aeróbicos, interessa ao professor de educação física na prescrição de atividades físicas, principalmente quando ela pode ocorrer de forma diferenciada em escolares nutridos e com desnutrição.

De acordo com *Leite (1984)*, do ponto de vista do metabolismo aeróbico, quanto mais eficiente o sistema cardio-vascular em oferecer oxigênio e distribuir o fluxo sanguíneo aos tecidos, melhor será a capacidade funcional deste sistema, ou seja, melhor será a eficiência de transporte de

oxigênio pelos tecidos em atividades metabólicas acima dos níveis de repouso. Durante o exercício físico, cresce o consumo de oxigênio pelos músculos esqueléticos em atividade, na proporção da intensidade desta atividade.

Metcoff (apud Anjos, 1988) evidenciou que crianças com desnutrição protéico-calórica, apresentam uma redução significativa na atividade da enzima piruvato quinase, quando comparadas com crianças bem nutridas, isto significa uma redução na quantidade de reserva energética. Além disso, *Russel e Jeejeebhoy (1984)* observaram que a musculatura de pessoas desnutridas sofreram alterações, tanto na contractibilidade como no relaxamento.

De acordo com *Barac-Nieto et al (1980)*, as crianças com desnutrição protéico-calórica apresentam um consumo máximo de oxigênio menor, quando comparadas com crianças normais. Esta diminuição do consumo máximo de oxigênio em l/min está relacionada com o peso corporal e muscular destas, que é baixo, e a menor soma das dobras cutâneas. Estes resultados podem ser confirmados através dos estudos de *Russel e Jeejeebhoy (1984)* e *Lanceloti et al. (1988)*, pois os mesmos observaram que ocorrem reduções nos estoques de energia, concentrações de oxigênio e massa muscular, entre outros.

Desta forma, justifica-se a realização deste estudo o qual procura verificar a existência de diferença no consumo máximo de oxigênio, entre escolares nutridos e com desnutrição leve, de ambos os sexos, com idade de 14 anos, matriculados na rede de ensino municipal e estadual da cidade de Santa Maria - RS.

Metodologia

Esta pesquisa é um estudo descritivo, pois procura descrever a influência do consumo máximo de oxigênio no estado nutricional de escolares de ambos os sexos, na faixa etária de 14 anos, matriculados nas escolas das redes municipal e estadual da cidade de Santa Maria - RS.

O estudo foi desenvolvido em duas etapas:

- determinação do padrão do estado nutricional de acordo com a técnica de Lima (1967); e
- determinação do consumo máximo de oxigênio em escolares nutridos e com desnutrição leve.

Na primeira etapa do estudo, utilizou-se uma amostra de 400 escolares de ambos os sexos, sendo 200 por sexo, para estabelecer os limites de tolerância para as variáveis peso corporal e estatura dos escolares estudados. Utilizou-se o fator de tolerância de 1,798 correspondente a uma confiança de 95% que engloba 90% da população (Krug, Sampedro e Nunes, 1993).

Na segunda etapa do estudo, utilizou-se uma amostra de 40 escolares voluntários de ambos os sexos, na faixa etária de 14 anos, entre os escolares da população. Para tanto, utilizou-se 20 escolares nutridos e 20 desnutridos leves, sendo respectivamente, 10 escolares por sexo, os quais enquadraram-se dentro dos limites de tolerância determinados na primeira etapa para os escolares nutridos e abaixo do limite inferior para os escolares desnutridos leves. Os escolares, para serem considerados como desnutridos leves, além de estarem abaixo do limite inferior, deveriam apresentar no mínimo 6 dos sinais físicos característicos de desnutrição (Krause e Mahan, 1985).

Após a chegada ao Laboratório de Pesquisa e Ensino do Movimento Humano - LAPEM, os escolares constituintes da amostra foram previamente instruídos de todos os procedimentos. Os pais e/ou responsáveis pelas crianças selecionadas receberam da mesma forma as informações, solicitou-se que assinassem uma carta de consentimento na participação de seu filho no estudo, preencheu-se um questionário de identificação e hábitos pessoais e foram realizadas as medidas antropométricas e análise dos sinais físicos característicos do estado nutricional. Realizou-se o teste máximo com coleta de gases em ciclo ergômetro.

Cada um dos escolares, usando a menor quantidade possível de vestimentas, foi submetido às medidas de peso, estatura e dobras cutâneas, conforme protocolo do LAPEM (Sampedro, 1991).

Após os ajustes necessários de altura do selim e do guidom da bicicleta ergométrica, os indivíduos foram monitorizados para a obtenção da frequência cardíaca, com a utilização de um monitor eletrocardiográfico FUNBEC, e preparados para a coleta de gases, através da utilização de um bocal de borracha (mouth-piece) acoplado a uma válvula de dois canais (válvula de Daniels), que permite a inspiração do ar ambiente, ligada a um tubo de uma polegada que envia o ar expirado para um balão meteorológico. Os indivíduos permaneceram nesta posição por um período de cinco minutos, e o gás coletado, foi identificado como amostra de repouso. Após a

coleta do gás de repouso, tiveram um tempo de três minutos de adaptação ao aparelho e aquecimento, pedalando a uma velocidade de 50 rotações por minuto, com uma carga de 25 watts.

A seguir, iniciou-se o protocolo de teste, aumentando a carga de 25 em 25 watts, a cada 3 minutos. A coleta de gases foi realizada durante um minuto, no final de cada estágio, até que o indivíduo apresentasse sinais de fadiga, ou outros sintomas que obrigassem a interrupção do teste, de acordo com as normas de testes e medidas da capacidade funcional do Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM, 1986). O último estágio completo (3 minutos), foi considerado para a determinação do consumo máximo de oxigênio.

A análise dos gases coletados nos balões meteorológicos foi feita através da coleta de três amostras de 20 ml de gás de cada um dos balões que continham o gás de repouso e do último estágio do teste, através da utilização do aparelho de análise de Schollander, que serve para a determinação do CO₂, O₂ e N₂ em 5 ml ou amostras menores de gases respiratórios com uma margem de erro de 0.9015 v%. A fidelidade deste método se iguala a do aparelho de Holdaine. Até 99% dos gases que podem ser absorvidos são avaliados diretamente, com um tempo para análise de 6-8 minutos. A amostra de gás é introduzida numa câmara de reação, que é ligada a uma bureta micrométrica. A câmara de reação é equilibrada a uma câmara de compensação, por meio de uma gota de indicador num capilar. Os líquidos de absorção podem ser gotejados dentro da câmara de reação sem causar alteração no volume de líquido do sistema.

Durante a absorção dos gases, uma certa quantidade de mercúrio é forçada da microbureta para a câmara de reação na quantidade suficiente para manter o equilíbrio em relação à câmara de compensação. O volume absorvido é lido na escala do micrômetro. O líquido de limpeza e os líquidos de absorção são equilibrados no que diz respeito às suas tensões de vapor de água. Foi utilizado este método para determinar o VO₂ max, pela sua eficiência nos resultados (Schollander, 1941).

Utilizou-se a estatística descritiva com o objetivo de caracterizar a amostra e o teste "t" de STUDENT para verificar se existem diferenças significativas ao nível de 5% entre os grupos nas variáveis estudadas.

Neste estudo, não foram controladas as seguintes variáveis:

- nível sócio econômico; e
- grau de maturação dos escolares.

Resultados e Discussão

Conforme tratamento estatístico proposto, foram efetuados os cálculos das médias aritméticas, desvios padrão e teste “t” das variáveis peso corporal, estatura, percentual de gordura, massa corporal magra, peso de gordura, peso muscular, peso ósseo e peso residual dos escolares que compuseram a 2 amostra, de acordo com o verificado nas tabelas 1, 2, 3 e 4.

Tabela 1. Médias aritméticas, desvios padrão e teste “t” de peso corporal, estatura, percentual de gordura, massa corporal magra, peso de gordura, peso muscular, peso ósseo e peso residual de escolares nutridos de ambos os sexos, na faixa etária de 14 anos.

| NUTRIDOS | | | | | |
|------------------------|-----------|------|----------|------|---------|
| Variáveis | Masculino | | Feminino | | teste t |
| | x | s | x | s | |
| Peso(Kg) | 59,66 | 8,41 | 52,43 | 5,47 | 2,405* |
| Estrutura (m) | 1,69 | 0,05 | 1,58 | 0,03 | 5,570* |
| Perc. de gordura | 12,19 | 2,87 | 14,51 | 2,09 | -2,061 |
| Massa corp. magra (Kg) | 52,26 | 6,06 | 44,73 | 3,86 | 3,319* |
| Peso de gordura (Kg) | 7,4 | 2,34 | 7,7 | 1,72 | -0,326 |
| Peso musc. (Kg) | 26,49 | 3,96 | 20,96 | 1,96 | 3,960* |
| Peso ósseo (Kg) | 11,45 | 1,2 | 8,57 | 0,77 | 6,402* |
| Peso resid. (Kg) | 14,32 | 1,84 | 15,2 | 1,59 | -1,149 |

$p < 0,05$; $t = 2,101$

Observa-se na tabela 1, que os escolares nutridos do sexo masculino apresentaram valores médios superiores de peso corporal, estatura, massa corporal magra, peso muscular e ósseo, quando comparados aos escolares nutridos do sexo feminino, enquanto que os escolares nutridos do sexo feminino apresentaram valores médios superiores aos dos escolares nutridos do sexo masculino, nas variáveis percentual de gordura, peso de gordura e peso residual. Estas diferenças foram significativas ao nível de 5%.

Salienta-se que, na comparação das médias das variáveis peso de gordura e peso residual entre estes escolares, não se encontrou diferenças estatisticamente significativas, ao nível de 5%, porém obteve-se uma dife-

rença favorável aos escolares nutridos do sexo feminino.

Tabela 2. Médias aritméticas, desvios padrão e teste “t” de peso corporal, estatura, percentual de gordura, massa corporal magra, peso de gordura, peso muscular, peso ósseo e peso residual de escolares desnutridos leves de ambos os sexos, na faixa etária de 14anos.

| Desnutridos leves | | | | | |
|-----------------------|-----------|------|----------|------|---------|
| Variáveis | Masculino | | Feminino | | Teste t |
| | X | s | X | s | |
| Peso (Kg) | 35,38 | 1,95 | 34,27 | 4,75 | 0,683 |
| Estatura (Kg) | 1,49 | 5,43 | 1,5 | 5,3 | 0,683 |
| Perc. de gordura | 9,38 | 0,57 | 10,31 | 1,11 | -2,367* |
| Mas. corp. magra (kg) | 32,05 | 1,81 | 30,68 | 3,96 | 0,994 |
| Peso de gordura (Kg) | 3,33 | 0,26 | 3,59 | 0,8 | -0,976 |
| Peso musc. (Kg) | 15,46 | 0,9 | 13,41 | 1,71 | 3,364* |
| Peso ósseo (Kg) | 8,1 | 0,74 | 7,34 | 1,45 | 1,475 |
| Peso residual (Kg) | 8,49 | 0,47 | 9,93 | 1,38 | -3,145* |

* $p < 0,05$; $t = 2,101$

Quando se comparam as médias dos escolares desnutridos leves do sexo masculino com os escolares desnutridos leves do sexo feminino

(Tabela 2.) na variável peso muscular, tem-se que existem diferenças estatisticamente significativas, ao nível de 5%, a favor dos escolares desnutridos leves do sexo masculino; no entanto, nas variáveis percentual de gordura e peso residual existem diferenças estatisticamente significativas, ao nível de 5%, a favor dos escolares desnutridos leves sexo feminino.

Salienta-se que, na comparação das médias das variáveis peso corporal, estatura, massa corporal magra, peso de gordura e peso ósseo entre estes escolares, não se encontrou diferenças estatisticamente significativas, ao nível de 5%, porém obtiveram-se diferenças favoráveis aos escolares desnutridos leves do sexo masculino, nas variáveis peso corporal, massa corporal magra e peso ósseo, enquanto que nas variáveis estatura e peso de gordura as diferenças foram a favor dos escolares desnutridos leves do sexo feminino.

Krause e Mahan (1985), salientam que, por volta dos 15 anos de idade, os meninos crescem rapidamente e recuperam sua desvantagem em termos de estatura sobre as meninas, este processo está associado aos estágios de maturação biológica, onde há uma interferência dos hormônios do crescimento e uma maior produção de andrógenos (hormônio masculino) que estimula o crescimento ósseo, favorecendo um rápido crescimento nos meninos em relação as meninas (tabela 1).

O mesmo não ocorre quando se observam os resultados das médias de estatura dos escolares desnutridos leves de ambos os sexos (tabela 2), onde se notam que as meninas ainda mantêm uma superioridade em relação aos meninos, este fato pode ser em decorrência de que a desnutrição protéico-calórica interfere nos estágios de maturação biológica retardando-a, em consequência não há a estimulação dos hormônios do crescimento que é característico desta fase, assim as meninas mantêm sua vantagem em termos de estatura, em relação aos meninos (*Rodrigues, Gioia e Evangelista, 1984*).

O maior percentual de gordura dos escolares do sexo feminino nutridos e com desnutrição leve, quando comparados aos escolares do sexo masculino nutridos e com desnutrição leve, respectivamente, pode ser em decorrência da influência das gônadas hipofisárias, que ao estimularem as funções ovarianas levam à produção progressiva de hormônios estrogênicos, responsáveis por crescentes aumentos de gordura nos tecidos subcutâneos e estas diferenças manifestam-se desde o nascimento (*Parízková, 1982*).

Salienta-se ainda, o fato de que as mulheres, em todas as idades, são mais endomorfas do que os homens, apresentando assim uma maior quantidade de gordura (*Sampedro, 1982*).

Tabela 3. Médias aritméticas, desvios padrão e teste “t” de peso corporal, estatura, percentual de gordura, massa corporal magra, peso de gordura, peso muscular, peso ósseo e peso residual dos grupos de escolares masculinos nutridos e desnutridos leves, na faixa etária de 14 anos.

| Masculinos | | | | | |
|----------------------|----------|------|-------------------|------|----------|
| Variáveis | Nutridos | | Desnutridos Leves | | Testes t |
| | x | s | x | s | |
| Peso (kg) | 59,66 | 8,41 | 35,38 | 1,95 | 9,038* |
| Estatura (m) | 1,69 | 0,05 | 1,49 | 5,43 | 8,025* |
| Perc. de gordura | 12,19 | 2,87 | 9,38 | 0,57 | 3,037* |
| Mass.corp. (Kg) | 52,26 | 6,06 | 32,05 | 1,81 | 10,112* |
| Peso de gordura (Kg) | 7,4 | 2,34 | 3,33 | 0,26 | 5,469* |
| Peso muscular (Kg) | 26,49 | 3,96 | 15,46 | 0,9 | 8,579* |
| Peso ósseo (Kg) | 11,45 | 1,2 | 8,1 | 0,74 | 7,529* |
| Peso residual (kg) | 14,32 | 1,84 | 8,49 | 0,47 | 9,714* |

*P < 0,05; t = 2,101

Quando se comparam as médias dos escolares nutridos do sexo masculino com os desnutridos leves do mesmo sexo, (Tabela 3) nas variáveis estudadas, tem-se que existem diferenças estatisticamente significativas, ao nível de 5%, a favor dos escolares nutridos.

Tabela 4. Médias aritméticas, desvios padrões e teste “t” de peso corporal, estatura, percentual de gordura, massa corporal magra, peso de gordura, peso muscular, peso ósseo e peso residual dos grupos de escolares femininos nutridos e desnutridos leves, na faixa etária de 14 anos.

| Femininos | | | | | |
|-----------------------|----------|------|-------------|-------|---------|
| Variáveis | Nutridos | | Desnutridos | Leves | Teste t |
| | x | s | x | s | |
| Peso (Kg) | 52,43 | 5,47 | 34,27 | 4,75 | 7,929* |
| Estatura (m) | 1,58 | 0,03 | 1,5 | 5,3 | 4,445* |
| Perc. de gordura | 14,51 | 2,09 | 10,31 | 1,11 | 5,617* |
| Mas. corp. magra (Kg) | 44,73 | 3,86 | 30,68 | 3,96 | 8,025* |
| Peso de gordura (Kg) | 7,7 | 1,72 | 3,59 | 0,8 | 6,867* |
| Peso muscular (Kg) | 20,96 | 1,96 | 13,41 | 1,71 | 9,159* |
| Peso ósseo (Kg) | 8,57 | 0,77 | 7,34 | 1,45 | 2,367* |
| Peso residual (Kg) | 15,2 | 1,59 | 9,93 | 1,38 | 7,933* |

* $p < 0,05$; $t = 2,101$

Quando se comparam as médias dos escolares nutridos do sexo feminino com os escolares desnutridos leves do mesmo sexo, (Tabela 4) nas variáveis estudadas, tem-se que existem diferenças estatisticamente significativas, ao nível de 5%, a favor dos escolares nutridos.

O maior peso corporal, estatura, percentual de gordura, massa corporal magra, peso de gordura, peso muscular, peso ósseo e peso residual

de escolares nutridos em relação aos escolares desnutridos de ambos os sexos (tabelas 3 e 4) estão de acordo com os resultados obtidos por França (1989), a qual salienta que as crianças desnutridas apresentam menores índices de crescimento somático.

Krause e Mahan (1985), esclarecem que, durante o período da adolescência, as necessidades nutricionais estão aumentadas, para tanto, a dieta deve ser rica em vitaminas e minerais, se o consumo destes nutrientes for inferior aos requerimentos, durante período prolongado, ocorre a desnutrição proteico-calórica, ocasionando alterações físicas, psicológicas, bioquímicas, alterações de peso e de estatura média das crianças desnutridas (observar tabelas 3 e 4).

O organismo submetido às causas da desnutrição primária procura adaptar-se à deficiente ingestão de nutrientes, mobilizando seu mecanismo de adaptação através do sistema nervoso e do sistema endócrino e diminuindo a atividade física. Esta diminuição está relacionada com a redução da massa corporal magra, em consequência, os escolares apresentarão, além do crescimento raquítico, músculos fracos e postura anormal (*Monteiro, 1984*).

Para *Parízcová (1982)* durante o crescimento e desenvolvimento as alterações da composição corporal estão relacionadas aos aspectos genéticos e às influências fenotípicas (p.ex. nutrição).

Na confirmação do estado nutricional dos escolares que fizeram parte deste estudo, utilizou-se uma ficha de identificação dos sinais físicos característicos, que se alteram em função do estado nutricional. Os itens que compuseram esta ficha foram extraídos de *Krause e Mahan (1985)* que foi testada quanto a sua objetividade por especialistas em nutrição.

Tabela 5 – Percentual dos escolares de ambos os sexos, na faixa etária de 14 anos, que apresentaram características de desnutrição nos sinais físicos analisados para confirmar o estado nutricional, obtido pelo método antropométrico.

| Sinais | Nutridos | | Desnutridos | |
|----------------|------------------|---------|------------------|---------|
| | (método antrop.) | | (método antrop.) | |
| Físicos | Masc.(%) | Fem.(%) | Masc.(%) | Fem.(%) |
| Face | 20 | 40 | 70 | 70 |
| Rosto | 10 | 20 | 60 | 70 |
| Lábios | 10 | 30 | 60 | 70 |
| Língua | 0 | 10 | 80 | 60 |
| Glândula | 0 | 0 | 50 | 90 |
| Pele | 20 | 40 | 80 | 60 |
| Unhas | 40 | 30 | 80 | 100 |
| Tec.subcutâneo | 30 | 10 | 80 | 100 |

Analisando os resultados percentuais da tabela 5, tem-se que:

- os escolares nutridos (pelo método antropométrico) do sexo masculino apresentaram aspectos de desnutrição nos sinais de:

- * rosto e lábios - 10% dos escolares;
- * face e pele - 20% dos escolares;
- * tecido subcutâneo - 30% dos escolares; e
- * unhas - 40% dos escolares.

- os escolares nutridos (pelo método antropométrico) do sexo feminino apresentaram características de desnutrição nos sinais de:

- * língua e tecido subcutâneo - 10% dos escolares;
- * rosto - 20 % dos escolares;
- * lábios e unhas - 30% dos escolares; e

* face e pele - 40% dos escolares.

- Os escolares desnutridos leves (pelo método antropométrico) do sexo masculino apresentaram características de desnutrição nos sinais de:

* língua, pele e tecido subcutâneo - 80% dos escolares;

* face - 70% dos escolares;

* rosto e lábios - 60% dos escolares; e

* glândula - 50% dos escolares.

- Os escolares desnutridos leves (pelo método antropométrico) do sexo feminino apresentaram características de desnutrição nos sinais de:

* unhas e tecido subcutâneo - 100% dos escolares;

* glândula - 90% dos escolares;

* face, rosto e lábios - 70% dos escolares; e

* língua e pele - 60% dos escolares.

Os sinais físicos foram utilizados para comprovar a desnutrição leve, obtida através do método antropométrico, pois o mesmo pode não ser expressivo, por tratar-se de adolescentes que se encontram num período instável quanto à composição corporal, já que esta é uma fase de crescimento muito rápido. Através da mesma observou-se que todos os alunos considerados como desnutridos leves pelo método antropométrico apresentaram no mínimo 6 sinais de desnutrição dos 9 analisados, o que expressa um estado de desnutrição calórico-proteica através desta análise.

Nas tabelas 6 e 7, tem-se os resultados das médias aritméticas, desvios padrão e teste "t" das variáveis VO₂ max absoluto e relativo em repouso, CO₂ absoluto em repouso, VO₂ max absoluto e relativo em exercício e CO₂ absoluto em exercício dos escolares que compuseram a amostra.

Tabela 6. Médias aritméticas, desvios padrão e teste “t” de VO2 max absoluto em repouso, CO2 absoluto em repouso, VO2 max relativo em repouso, VO2 max absoluto em exercício, CO2 absoluto em exercício, VO2 max relativo em exercício e duração do teste dos grupos de escolares masculinos nutridos e desnutridos leves, na faixa etária de 14 anos.

| Masculinos | | | | | |
|-------------------------|----------|------|-------------------|-------|---------|
| Variáveis | Nutridos | | Desnutridos leves | | teste t |
| | x | s | x | s | |
| VO2 max. Abs.Rep.(a) | 0,29 | 0,11 | 0,29 | 0,17 | -0,078 |
| CO2 Abs.Rep(a) | 0,29 | 0,11 | 0,29 | 0,17 | -0,065 |
| VO2 máx. Rel. Rep.(b) | 4,89 | 2,13 | 8,15 | 4,51 | -2,063 |
| VO2 max. Abs. Exerc.(a) | 1,85 | 0,75 | 1,05 | 0,54 | 2,735* |
| CO2 Abs. Exerc.(a) | 1,87 | 0,76 | 1,06 | 0,55 | 2,706* |
| VO2 máx.Rel. Exerc.(b) | 30,39 | 9,51 | 29,41 | 14,99 | 0,175 |
| Duraç. teste (min.) | 25,2 | 4,29 | 17,7 | 1,7 | 5,14* |

* $p < 0,05$; $t = 2,101$

(a) l/min

(b) ml/Kg.mim

Quando se compara as médias dos escolares nutridos com os escolares desnutridos leves do sexo masculino nas variáveis VO2 max absoluto em exercício, CO2 absoluto em exercício e tempo médio de duração do teste, tem-se que existem diferenças estatisticamente significativas, ao

nível de 5%, a favor dos escolares nutridos do sexo masculino (Tabela 6).

Salienta-se que na comparação das médias das variáveis VO2 max absoluto em repouso, CO2 absoluto em repouso, VO2 max relativo em repouso e VO2 max relativo em exercício entre os escolares do sexo masculino nutridos e desnutridos leves, não se encontrou diferenças estatisticamente significativas, ao nível de 5%, porém obtiveram-se diferenças favoráveis aos escolares nutridos do sexo masculino na variável VO2 max relativo em exercício, enquanto que na variável VO2 max relativo em repouso a diferença é a favor dos escolares desnutridos leves do sexo masculino. Nas variáveis VO2 max absoluto em repouso e CO2 absoluto em repouso as médias são iguais nos escolares do sexo masculino nutridos e desnutridos leves, embora ocorra uma pequena diferença favorável aos escolares do sexo masculino nutridos, sendo que esta deve-se a variabilidade dos resultados encontrados, podendo então ser desprezada.

Tabela 7. - Médias aritméticas, desvios padrão e teste “t” de VO2 max absoluto em repouso, CO2 absoluto em repouso, VO2 max relativo em repouso, VO2 max absoluto em exercício, CO2 absoluto em exercício, VO2 max relativo em exercício e duração do teste dos grupos de escolares femininos nutridos e desnutridos leves, na faixa etária de 14 anos.

| Feminino | | | | | |
|-------------------------|----------|------|-------------------|-------|---------|
| Variáveis | Nutridos | | Desnutridos leves | | teste t |
| | x | s | x | s | |
| VO2 max. Abs.Rep. (a) | 0,16 | 0,07 | 0,22 | 0,32 | -0,614 |
| CO2 Abs.Rep(a) | 0,16 | 0,72 | 0,2 | 0,24 | -0,521 |
| VO2 máx. Rel. Rep.(b) | 3,23 | 1,88 | 6,57 | 8,67 | -1,187 |
| VO2 max. Abs. Exerc.(a) | 1,24 | 0,4 | 0,82 | 0,39 | 2,398* |
| CO2 Abs. Exerc.(a) | 125 | 0,41 | 0,8 | 0,44 | 2,399* |
| VO2 máx.Rel. Exerc.(b) | 24,65 | 8,42 | 25,42 | 10,03 | -0,185 |
| Duraç. teste (min.) | 17,7 | 3,3 | 12,9 | 2,85 | 3,48* |

* $p < 0,05$; $t = 2,101$

Nota-se na tabela 7, que as médias dos índices de VO2 max absoluto em exercício e CO2 absoluto em exercício dos escolares nutridos do sexo feminino são maiores do que as dos escolares desnutridos leves do mesmo sexo ; enquanto que as médias dos índices de VO2 max absoluto em repouso, CO2 absoluto em repouso, VO2 max relativo em repouso e VO2 max relativo em exercício são maiores nos escolares desnutridos leves do sexo feminino, do que nos escolares nutridos do mesmo sexo.

Observa-se, ainda, na tabela 7, que o tempo médio de duração do teste dos escolares nutridos do sexo feminino é maior que o dos escolares

de snutridos leves do mesmo sexo.

O maior VO₂ max absoluto em exercício dos escolares nutridos em relação aos escolares desnutridos leves, em ambos os sexos, é explicado por Krause e Mahan (1985) ao afirmarem que pessoas com um mau estado nutricional apresentam mais fadiga e menos eficiência em exercício, se comparadas com pessoas em estado nutricional bom, o que pode ser observado através do tempo médio de duração do teste (Tabelas 6 e 7), que é maior para os escolares nutridos do que para os desnutridos leves em ambos os sexos. Garn, Berg, Brosek, Rocha e Ferreira (apud França, 1981) colocam que a desnutrição repercute no metabolismo e no funcionamento dos órgãos, e portanto, está associada à redução na capacidade de esforço.

O maior VO₂ max relativo em exercício dos escolares desnutridos leves do sexo feminino em relação aos escolares nutridos do mesmo sexo (Tabela 7), segundo Meirelles et al (1979), pode estar relacionado às diferenças de maturação dentro da mesma faixa etária.

Santos, França e Matsudo (1989) estudaram as respostas fisiológicas dos escolares desnutridos e nutridos com relação ao consumo máximo de oxigênio, tendo sido o estado nutricional analisado através de dados antropométricos (peso e estatura). A potência foi avaliada através do teste submáximo em bicicleta ergométrica. Os resultados mostraram que escolares nutridos apresentaram respostas superiores na variável metabólica estudada, quando comparados aos escolares desnutridos.

Através dos resultados, observa-se que os escolares nutridos de ambos os sexos apresentaram uma maior produção de CO₂ em relação aos desnutridos e isto ocorreu em decorrência do substrato utilizado, os nutridos utilizaram como fonte de energia em maior proporção, as gorduras, enquanto que os desnutridos utilizaram somente carboidratos, o que resultou para os nutridos um maior consumo de O₂ e uma conseqüente maior produção de CO₂, pois a produção de CO₂ está relacionada na mesma proporção ao consumo de O₂ (Fox, Bowers e Foss, 1991).

Quando se compara as médias dos escolares nutridos do sexo feminino com os escolares desnutridos leves do mesmo sexo nas variáveis VO₂ max absoluto em exercício e CO₂ absoluto em exercício, tem-se que existem diferenças estatisticamente significativas, ao nível de 5%, a favor dos escolares nutridos.

Salienta-se que na comparação das médias das variáveis VO₂ max absoluto em repouso, CO₂ absoluto em repouso, VO₂ max relativo em repouso e VO₂ max relativo em exercício entre os escolares nutridos e desnutridos leves do sexo feminino, não se encontrou diferenças estatísti-

camente significativas, ao nível de 5%, porém obtiveram-se diferenças estatisticamente significativas, ao nível de 5%, nas variáveis VO2 max absoluto em exercício e CO2 absoluto em exercício, sendo estas diferenças favoráveis aos escolares nutridos do sexo feminino.

Conclusões.

Diante dos resultados deste estudo, que teve como objetivo comparar os resultados entre os índices de consumo máximo de oxigênio dos escolares nutridos e com desnutrição leve, de ambos os sexos, com idade de 14 anos, matriculados nas escolas das redes de ensino municipal e estadual da cidade de Santa Maria - RS, chegou-se as seguintes conclusões:

a) Quanto às medidas antropométricas:

- os escolares nutridos do sexo masculino, quando comparados aos do sexo feminino apresentaram valores médios superiores de peso corporal, estatura, massa corporal magra, peso muscular e peso ósseo, contudo os escolares nutridos do sexo feminino na variável percentual de gordura, apresentaram valores médios superiores aos escolares nutridos do sexo masculino;
- observou-se os mesmos resultados na comparação dos escolares desnutridos leves, em ambos os sexos, exceto na variável estatura, onde os escolares desnutridos leves do sexo feminino são mais altos do que os escolares desnutridos leves do sexo masculino;
- os escolares nutridos obtiveram melhores valores em todas as variáveis antropométricas estudadas, em relação aos escolares desnutridos leves, em ambos os sexos.

b) Quanto ao consumo máximo de oxigênio.

- Os escolares nutridos do sexo masculino apresentaram melhores índices de consumo máximo de oxigênio absoluto e relativo em exercício e dióxido de carbono absoluto em exercício do que os escolares desnutridos leves do mesmo sexo; entretanto, os escolares desnutridos leves do sexo masculino obtiveram melhores índices no consumo máximo relativo em repouso do que os escolares nutridos do sexo masculino. Porém, nas variáveis consumo máximo de oxigênio e gás carbônico em repouso os grupos foram semelhantes.
- Os escolares nutridos do sexo feminino apresentaram melhores índices do consumo máximo de oxigênio absoluto e gás carbônico em exercício do que os desnutridos leves. Enquanto que os desnutridos leves apresenta-

ram melhores índices nas demais variáveis;

- Comparando-se as médias dos índices, entre escolares nutridos e com desnutrição leve de ambos os sexos, tem-se que o consumo máximo de oxigênio absoluto e o gás carbônico absoluto na condição de exercício apresentaram diferenças a favor dos escolares nutridos em ambos os sexos, contudo não se encontrou diferenças nos outros índices estudados.

A desnutrição produz graves prejuízos ao crescimento pois a mesma está relacionada diretamente à deficiência de nutrientes, que são essenciais ao desenvolvimento das crianças.

A adolescência é caracterizada como um período de transição onde ocorrem mudanças físicas, orgânicas, intelectuais e emocionais, sendo uma fase de grande crescimento e intensa atividade, pois os adolescentes querem obter o máximo de experiências, necessitando assim aumentar o seu aporte calórico, para que não ocorra um desequilíbrio energético negativo, levando à desnutrição.

As deficiências encontradas nos escolares, ao analisar a ficha de sinais físicos, são decorrentes principalmente da falta de proteínas e vitaminas, tendo-se então a desnutrição calórico-proteica e hipovitaminoses, porém, se estas carências permanecerem por tempo prolongado, ocasionarão danos irrecuperáveis no crescimento e desenvolvimento psicossomático, enquanto que a deficiência de nutrientes energéticos irá interferir quase que totalmente na atividade física dos escolares. Se a ingesta for inferior as suas necessidades, sua atividade física será reduzida, o que trará prejuízos ao seu desenvolvimento, acarretando músculos fracos e postura anormal, porém, se o contrário acontecer, tem-se crianças obesas.

Em função desses resultados conclui-se que os escolares com desnutrição leve apresentam um consumo máximo de oxigênio menor quando comparados com escolares normais, estando esta diminuição relacionada com o peso corporal destes escolares.

Referências Bibliográficas

- COLÉGIO AMERICANO DE MEDICINA DO ESPORTE. Guia de testes e medidas em esforço. São Paulo, MEDSI, 1988.
- ANJOS, L.A. e BOILEAU, R.A. Performance de garotos desnutridos e não desnutridos em determinados testes físicos. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*. 2(1):21-29, 1988.
- BARAC-NIETO, M.; SPURR, G.B.; DAHNERS, H.W. and MAKSUDO, M.G. *Aerobic work capacity and endurance during nutritional repletion of severely*

- undernourished men. The American journal of clinical nutrition*, 33:2268-2275, 1980.
- FERREIRA, M.B. e ZUCA, S.M. *Estado nutricional e aptidão física em pré-escolares*. Rio de Janeiro, FENAME, Brasília: SEED, 1983.
- FOX, E.L. ; BOWERS, R. W. e FOSS, M.L. *Bases Fisiológicas da Educação Física e dos Desportos*. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan S. A. 4 ed. 1991.
- FRANÇA, N.M. Estado nutricional, crescimento e desenvolvimento de escolares de 7 a 8 anos. *Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal de Santa Maria, 1989.
- FRANÇA, N.M. Estado nutricional, crescimento e desenvolvimento de crianças brasileiras. In: *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*. Volume 05, Número 04, Pág 07-17, outubro, 1991.
- FRANÇA, N.M. de; MATSUDO, V.K.R.; e SESSA, M. Dobras cutâneas em escolares de 7 a 18 anos. In: *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*. 2(4),07-15, 1988.
- KRAUSE, M.V. e MAHAN, L.K. *Alimentos, Nutrição e Dietoterapia*. 6ªed. São Paulo, Roca, 1985.
- KRUG, M.R., SAMPEDRO, R.M.F. e NUNES, V.G.S. Padrão do estado nutricional dos escolares de ambos os sexos com idade de 14 anos. Santa Maria, *Anais do III Jornada de Pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria*, 1993.
- LANCELOTTI, C.L.P.; PONZONI, M.E.; SCHIMIDT, B. end RASSLAN, S. Estudo histoquímico da musculatura esquelética em doentes desnutridos. *Revista Paulista de medicina*, 106(6);190-196, 1988.
- LEITE, P.F. *Fisiologia do exercício, ergometria e condicionamento físico*. Rio de Janeiro, Atheneu, 1984.
- LIMA, E.C. *Limites de tolerância: aplicações em biologia*. Tese de Doutorado. Faculdade de Medicina de Riberão Preto, 1967.
- MEIRELLES, E. et al. Composição corporal de escolares de 7 a 11 anos da cidade do Rio de Janeiro. In: *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*. 3(2)24-31, 1989.
- MELLO, F.R. Estudo da capacidade aeróbica de escolares normais e com desnutrição leve. *Monografia de especialização*. Bagé, Convênio UFPEL e URCAMP, 1989.
- MONTEIRO, C.A. Recentes mudanças propostas na avaliação antropométrica do estado nutricional infantil: uma avaliação crítica. *Revista Saúde Pública de São Paulo*. 18:56-67 1984.
- PARIZKOVÁ, J. Gordura corporal e aptidão física. Rio de Janeiro, Guanabara, 1982.
- RUSSEL, D. end JEEJEEBHOY, K.N. The assessment of the functional consequences of malnutrition. *Current Concept Nutritional*, 3:113-135, 1984.
- SAMPEDRO, R.M.F. *The anthropometric somatotype differences between male and female tennis players 10 to 14 years of age in the State of Tennessee*. Dissertation submitted to the aculty of George Peabody College for Teachers of Vanderbilt University, 1982.
- SAMPEDRO, R.M.F. *Práticas laboratoriais em fisiologia do exercício*. Universidade Federal de Santa Maria (no prelo), 1991.

- SANTOS, FRANÇA, M.N. e MATSUDO, V.K.R. Respostas fisiológicas de escolares nutridos e desnutridos com relação ao metabolismo aeróbico e anaeróbico. *Revista Ciência do Movimento Humano*, 4(5): 24-31, 1989.
- SCHOLLANDER, P.F. Analyzer for accurate estimation of respiratory gases in one-half cubic centimeter samples *Journal of Biological chemistry*. 167:255, 1941.

Especialista em Ciência do Movimento Humano pelo CEFD/UFMS
Profº Tit. do CEFD/UFMS - Orientador
Profº de ESEF/UFPEL - Co-orientador