

# Hidroxiplolina

Artigo Original

## Níveis de Hp em Adultos Submetidos ao Flexionamento Dinâmico nos Meios Líquido e Terrestre

**Valéria Nascimento, M. Sc. CREF.0627-G/RJ**

Professora da Universidade do Grande Rio- UNIGRANRIO  
Pesquisadora do Laboratório de Biociências da Motricidade Humana LABIMH/UCB-RJ  
valerianlp@uol.com.br

**Angelo Luis de Souza Vargas, Ph.D CREF 0007-G/RJ**

Professor da Universidade Castelo Branco-UCB-RJ  
Professor da Universidade Estácio de Sá-UNESA- RJ  
Professor Pesquisador do Laboratório de Estudos da Cultura Social Urbana em Educação Física- LEC-SU/UNESA-RJ  
angelo.vargas@uol.com.br

**Carlos Jorge Rocha Oliveira, Ph.D.**

Professor da Universidade Metodista de São Paulo-UMESP-SP  
Professor da Universidade Santo Amaro- UNISA-SP  
Professor da Universidade Anhembi Morumbi-SP  
Professor Pesquisador da Universidade Federal de São Paulo-UNIFESP  
Professor Pesquisador do Instituto do Coração de São Paulo-INCOR  
sigcell@superig.com.br

**Homero Silva Mahum Junior, Ph.D.**

Professor da Universidade Estácio de Sá - UNESA – RJ  
junior\_alema@yahoo.de

**Estélio H.M. Dantas, Ph.D CREF 0001-G/RJ**

Professor Titular de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciência da Motricidade Humana da UCB-RJ  
Professor Pesquisador do Laboratório de Biociências da Motricidade Humana – LABIMH/UCB-RJ  
Bolsista de Produtividade em Pesquisa – CNPq  
estelio@cobrase.com.br

NASCIMENTO, V.; VARGAS, A. L. S.; OLIVEIRA, C. J. R.; JUNIOR, ; H. S. M.; DANTAS, E. H. M. Níveis de Hp em Adultos Submetidos ao Flexionamento Dinâmico nos Meios Líquido e Terrestre. *Fitness & Performance Journal*, v. 4, n. 3, p. 150 - 156, 2005

**Resumo** - O catabolismo do colágeno no aparelho locomotor implica em liberação de um nível de Hidroxiprolina (HP) aumentado na excreção urinária, o qual, por sua vez, constitui um marcador bioquímico indicador de danos nos tecidos conjuntivos. O objetivo do presente estudo foi verificar em qual dos meios, líquido ou terrestre, de realização do flexionamento dinâmico se observa o menor grau de catabolismo do colágeno do aparelho locomotor através do nível de HP excretado na urina de 10 homens adultos não atletas, com faixa etária entre 24 e 45 anos. Foram selecionados quatro movimentos limitados pela elasticidade muscular e pela mobilidade articular para a realização do flexionamento dinâmico, e para os procedimentos metodológicos foram utilizadas três coletas de urina para análise laboratorial. As coletas foram realizadas durante um período de duas horas (2h) após hidratação, sendo entregues ao laboratório num período de até 3 horas. O método utilizado foi o HPLC (*System Liquid Chromatographic Determination of total Hydroxyproline in Urine*), com valor de referência de

15-43mg/d (CHERNECKY et al., 1993). A primeira coleta foi realizada 24 horas antes do flexionamento dinâmico para verificação basal do nível de HP como referencial do grupo de voluntários. A segunda e a terceira coletas ocorreram 24h após o flexionamento realizado em ambos os meios. Os resultados encontrados nos níveis de HP (para  $p = 0,05$ ) foram: para os níveis basais, de  $39,07 \pm 15,27$ ; para os níveis 24h pós-treino terra, os níveis foram de  $71,28 \pm 12,15$ ; e para os níveis 24h pós-treino água, de  $66,74 \pm 10,31$ . Conclui-se que existe diferença nas concentrações de HP entre os instantes basal e 24 h pós-treinos, indicando, portanto, a ocorrência de lesão do tecido conjuntivo. A análise direta entre os ambientes não apresentou diferença significativa (para  $p < 0,05$ ). Assim, é possível concluir que os resultados obtidos neste estudo, apesar da ocorrência das lesões em ambos os meios, não permitem afirmar que qualquer dos meios possa preponderar para indicação de treinamento com menor risco de lesão.

**Palavras-chave:** lesão, colágeno, hidroxiprolina e flexionamento.

(\*) Pesquisa realizada dentro das normas éticas previstas na Resolução nº 196/96, de 10 outubro de 1996, do Conselho Nacional de Saúde, tendo sido, todas as tomadas de dados a que se refere o presente estudo, aprovadas pelo Comitê de Ética da Pesquisa da Universidade Castelo Branco.

Endereço para contato:

Valéria Nascimento: Rua Solivana, 226 – Cosmos – Rio de Janeiro – CEP: 23058-280

Data de recebimento: Fevereiro 2005 / Data de aprovação: Março 2005

Copyright© 2005 por Colégio Brasileiro de Atividade Física Saúde e Esporte.

## ABSTRACT

### Hyp Levels in Adults Submitted to Dynamic Stretch in Liquid Medium and Ground Medium

Collagen catabolism in the locomotion system implies liberation of an increased hydroxyproline (HYP) level in winary excretion, which in turn constitutes a biochemical marker indicating damage in the conjunctive tissue. The objective of the present study was to verify the locomotion systems collagen catabolism degree through the HYP level excreted in 10 (ten) non – athletes adults men's wire, with age group between 24 to 45, submitted to dynamic stretch in liquid medium or ground medium. Four movements limited by both muscular elasticity and joint mobility were selected for dynamic stretch performance and three urine sample collections were used in laboratory. As a methodological procedure sample collection was carried out for a two-hour period (2:00) post hydration, and taken to the laboratory within 3 (three) hours. The HPLC – system liquid chromatographic determination of total hydroxyproline in urine – was used with reference value of 15 – 43 mg/d (Cherneeky et al., 1993). The first collection was carried out 24 hours before the dynamic stretch to verify the basal level of HYP as sample group reference of volunteers. The second and the third collections were carried out 24 hours after the dynamic stretch was accomplished in both means. The results found for HYP levels (for  $p= 0,05$ ) were for the basal level  $39,07 + 15,27$ ; for the levels 24 hours post – ground training were  $71,28 + 12,15$  and for the levels 24 hours post-water training were  $66,74 + 10,31$ . From the results it is concluded that there is difference between the basal instants and the 24 hour post – training, indicating therefore the occurrence of damage of the conjunctive tissue. The direct analysis among the environments didn't present a significant difference (for  $p < 0,05$ ). In spite of the occurrence of damage in both means with the results obtains, it isn't possible to conclude which mean can prevail for the training with lesser risk of damage.

**Key words:** locomotion system, lesion, collagen, hydroxyproline and stretch.

## INTRODUÇÃO

A progressiva conscientização da sociedade sobre suas necessidades concernentes a um nível adequado de saúde e de melhor condicionamento físico parece induzir o surgimento de um fenômeno relativo ao aumento da participação da população em programas de atividade física.

Para prevenção e profilaxia de lesões, importa elaborar e promover métodos seguros tanto para o condicionamento físico relacionado à saúde, como para o treinamento da *performance* específica.

Estudos apontam uma relação complexa de fatores de risco entre lesão musculoesquelética e exercício. Os riscos destes tipos de lesões aumentam de acordo com os níveis de intensidade e duração do treinamento. Dentre os efeitos adversos mais comuns do exercício regular e da atividade física para os indivíduos de todas as idades encontra-se a lesão musculoesquelética (ACSM, 2003).

Dantas (2003) define a flexibilidade como a qualidade física responsável pela execução voluntária de um movimento de amplitude angular máxima, por uma articulação ou conjunto de articulações, dentro dos limites morfológicos, sem o risco de provocar lesão. O mesmo autor afirma que o treino de flexibilidade (flexionamento) melhora o desempenho físico e possibilita a diminuição do risco de lesão musculoesquelética. Não obstante, convém ressaltar que o nível ideal da flexibilidade e da intensidade do treinamento ainda é um assunto passível de controvérsia.

De acordo com o ACSM (1998), a flexibilidade abrange a amplitude de movimentos, desde os mais simples aos que envolvem múltiplas

## RESUMEN

### Niveles de Hidroxiprolina en Adultos Sometidos a Flexión Dinámica en el Medio Líquido y Terrestre

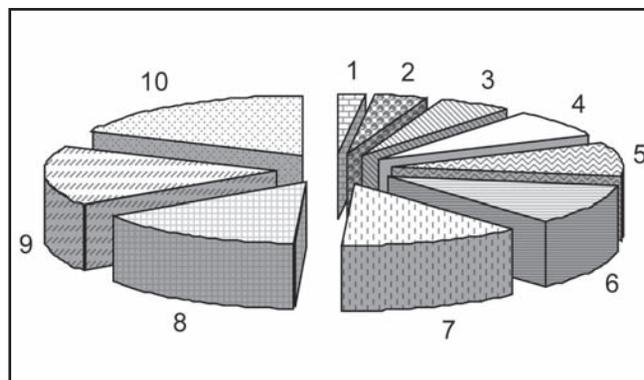
El catabolismo del colágeno en el aparato locomotor implica la liberación de un nivel elevado de Hidroxiprolina (HP) en la excreción urinaria, el cual, por su vez, constituye un marcador bioquímico que indica daños en los tejidos conjuntivos. El objetivo del actual estudio fue verificar en cuál maneras, líquido terrestre o, de la realización del flexionamiento dinámico si no el atleta observa poco el grado de catabolismo del colágeno de la locomotora dispositivo a través del nivel del excretado del HP en el piss de 10 hombres del adulto, con la venda del etária entre 24 y 45 años. Fueron seleccionados cuatro movimientos limitados por la elasticidad muscular y por la movilidad articular para la realización de la flexión dinámica y tres muestras de orina fueron utilizadas en el laboratorio. Como procedimiento metodológico, las muestras fueron recolectadas durante un período de dos horas (2h) después de la hidratación y entregadas al laboratorio dentro de un período de tres horas. El método utilizado fue el del HPLC – System Liquid Chromatographic Determination of Total in Urine - con valor de referencia de 15-43mg/d (CHERNECKY et al., 1993). La primera muestra fue recolectada antes de la flexión dinámica para la verificación del nivel de HP como referencial del grupo muestral. La segunda y tercera muestras fueron tomadas 24h después de la flexión realizada en ambos los medios. Los resultados obtenidos de niveles de HP (para  $\alpha = 0,05\%$ ) fueron:  $X = 39,07 \pm 15,27$  para el nivel basal;  $X = 71,28 \pm 12,15$  para 24 horas después de la flexión en el medio terra y  $X = 6,74 \pm 160,31$  horas después de la flexión en el medio líquido. De acuerdo con estos resultados se concluye que hay diferencia entre las concentraciones de HP entre los instantes basal y 24 horas después de la flexión, indicando por tanto, la ocurrencia del lesion del colágeno. La analise directa entre los ambientes no hay presentado diferencia significativa (para  $p < 0,05$ ). Lo que posibilita que los resultados obtenidos en lo estudio, a pesar da ocurrencia de las lesionés en ambos los medios, no puedem firmar que cualquier de los medios pueda sobresalir para la indicación del entrenamiento con menor ocurrencia del lesion.

**Palabras clave:** aparato locomotor, lesión, colágeno, hidroxiprolina, flexión.

articulações, e a habilidade de desempenhar tarefas específicas. Esta qualidade física declina com a idade. Mudanças regressivas em todos os tecidos podem ser observadas a partir dos 20 anos de idade, verificando-se diminuição da amplitude dos movimentos em cerca de 20 a 30% , entre os 30 e os 70 anos.

As limitações das amplitudes articulares pelo aumento do número de anos vividos incidem mais sobre determinadas articulações, como mostra o gráfico a seguir:

**GRÁFICO 1**  
DIMINUIÇÃO DA AMPLITUDE ARTICULAR COM O AUMENTO DA IDADE CRONOLÓGICA



Fonte: DANTAS, 2002.

Segundo Fox; Bower; Foss (1991), entre os fatores que influenciam a flexibilidade, são a mobilidade articular (47%) e a elasticidade muscular (41%) os fatores de maior resistência para obtenção dos arcos articulares.

Existem dois tipos básicos de flexibilidade: a estática, relacionada à amplitude de movimentos de uma articulação, sem ênfase na velocidade nem na manutenção da postura final; e a dinâmica, expressa pela máxima amplitude de movimento articular na *performance* de uma atividade física, sem portanto, conservar a posição final, com velocidade normal ou aumentada (NORKIN; WHITE, 1997).

De acordo com Dantas (2005), o flexionamento é uma “forma de trabalho que visa obter uma melhora da flexibilidade através de amplitudes de arcos de movimento articular superiores às originais”, ou seja, o trabalho vai se realizar em níveis máximos das amplitudes articulares. Este trabalho pode ser realizado, segundo o autor, através de dois métodos: o flexionamento estático e o flexionamento dinâmico.

O presente estudo refere-se ao flexionamento dinâmico que consiste na realização de exercícios dinâmicos que, devido à inércia do segmento corporal, resultam num momento de natureza balística, apontado como “alongamento dinâmico intenso”.

Ao se buscar arcos de movimentos superiores aos originais, haverá um forçamento sobre músculos, articulações, ligamentos e tendões bastante próximos ao limiar de lesão dessas estruturas. Portanto, saber como treinar da forma mais intensa possível, minimizando o risco de micro ou, mesmo, de macro lesões é assunto que interessa a todos os profissionais de saúde ligados ao movimento humano.

O fato de uma articulação ter que apresentar mobilidade e estabilidade, ao mesmo tempo, faz surgir o problema em questão, isto é, a necessidade de analisar com os imperativos critérios do flexionamento em cada articulação e em cada movimento, possibilitando minimizar os riscos de lesões osteomioarticulares.

O sofrimento muscular está intimamente relacionado com danos nos tecidos conjuntivos associados ao músculo. As investigações de Abraham (1977; 1979, apud ALTER, 1999) confirmam esta teoria; pois, através de sua pesquisa, este autor revelou uma correlação positiva significativa entre excreção urinária de HP e incidência subjetiva de sofrimento muscular e irritação ou dano do tecido conjuntivo.

Os tecidos conjuntivos são danificados em maior extensão, seguida de contração excêntrica, devido a uma maior tensão passiva sobre eles (SUTTON, 1984, apud ALTER, 1999). Com base nesta teoria, é possível inferir que os tecidos conjuntivos, incluindo os tendões, são passíveis de sofrer lesão tanto em trabalho de força, quanto em flexionamento; exercícios que causam tensão e exercícios de flexibilidade fortalecem os tendões, os ligamentos e os músculos, permitindo assim, uma boa amplitude articular (DANTAS, 2005).

O tecido conjuntivo, constituído por proteínas fibrosas, é popularmente considerado o “cimento” do organismo humano e está presente abundantemente em diversas estruturas, como pele, fâscias, ligamentos, tendões, cápsulas articulares e fâscias

musculares. Cada uma dessas estruturas possui diferente grau de influência na limitação da amplitude máxima de movimento; ou seja, da flexibilidade (DANTAS, 2003). No que diz respeito ao colágeno, este é a proteína mais abundante no corpo humano, tendo sua função estrutural específica (WYNGAARDEN; SMITH, 1984), sendo encontrado na pele, tecido conjuntivo, esclera, córnea e paredes dos vasos sanguíneos. Com o passar do tempo, o colágeno aumenta em solubilidade, tornando-se mais espesso, sofrendo um acréscimo em conteúdo no músculo, com conseqüente diminuição na amplitude do movimento (DANTAS et al., 2002). Este por sua vez se diferencia em suas propriedades químicas por seu conteúdo em aminoácidos, com um terço dos resíduos aminoácidos sendo constituído por glicina e o outro terço por prolina, hidroxiprolina (HP) e alanina.

A HP é um aminoácido presente em grande quantidade no colágeno, aproximadamente 14% da molécula colágeno, constituinte da matriz óssea, provém não de fontes dietéticas, mas da hidroxilação da prolina durante os estágios iniciais da biossíntese do colágeno.

É possível verificar os níveis de HP na excreção urinária através de exames laboratoriais e, assim, uma vez considerado como marcador bioquímico da formação e reabsorção dos ossos, o aumento de seus níveis na urina indica catabolismo do colágeno do aparelho locomotor; níveis mais baixos pós-exercício caracterizam um menor grau de micro lesão sobre o citado aparelho. Assim, é possível inferir que verificar o menor catabolismo do colágeno em determinado ambiente de treino (líquido ou terrestre) pode indicar o meio mais seguro de realizar o flexionamento.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### Seleção de Sujeitos

Para determinação do tamanho amostral, partiu-se dos dados obtidos no estudo piloto que possibilitaram a realização de um estudo do poder do experimento segundo o protocolo adequado (BURNES, 2000).

O grupo de voluntários foi constituído de 10 homens integrantes do Centro de Qualificação de Profissionais de segurança da Polícia Militar do Estado do Rio de Janeiro (PMERJ), inseridos entre a faixa etária de 24 e 45 anos. Os sujeitos que participaram do grupo investigado atenderam aos seguintes critérios de inclusão: nenhum praticante de atividade física de forma sistematizada; não usuários de recursos ergogênicos-nutricionais, farmacológicos ou fisiológicos, álcool ou qualquer outro recurso que pudesse influenciar os níveis de hidroxiprolina na excreção urinária; nenhum dos sujeitos apresentava sobrecarga musculoesquelética significativa; e todos apresentavam estado de saúde favorável.

### Coleta de Dados

O estudo foi realizado em três etapas: procedimentos preliminares, intervenção nos meios líquido e terrestre (realização do flexionamento dinâmico) e coleta da urina 24 horas após as intervenções.

Antecedendo as etapas, foram selecionados os movimentos limitados pela elasticidade muscular e mobilidade articular para a realização do flexionamento dinâmico.

Preliminarmente, verificou-se o nível basal de HP na excreção urinária do grupo (referencial do grupo de voluntários) antes do flexionamento dinâmico, tendo como valor de referência o nível de HP para maiores de 21 anos, de 15 a 43mg/d, segundo Wyngaarden e Smith (1984); para a segunda etapa, os sujeitos foram submetidos ao flexionamento dinâmico no meio líquido e no meio terrestre. A intervenção foi realizada da mesma forma em ambos os meios. Cada movimento articular foi trabalhado em 3 séries de 10 repetições/insistências, com alternância de movimento por articulação. Os quatro movimentos selecionados envolveram as articulações de ombro e quadril, sendo dois para cada articulação. O primeiro exercício foi: retração da cintura escapular (Foto 1); o segundo, protração da cintura escapular (Foto 2); o terceiro, flexão da articulação do quadril (Foto 3); e o quarto exercício, extensão da articulação do quadril (Foto 4). E, finalmente, na terceira etapa os sujeitos coletaram a urina 24 horas após a realização do flexionamento dinâmico (a intervenção) para verificação laboratorial do nível de HP, conforme os procedimentos e orientações indicadas.

**FOTO 1**

RETRAÇÃO DA CINTURA ESCAPULAR



**FOTO 2**

PROTRAÇÃO DA CINTURA ESCAPULAR



**FOTO 3**

FLEXÃO DA ARTICULAÇÃO DO QUADRIL



**FOTO 4**

EXTENSÃO DA ARTICULAÇÃO DO QUADRIL



## TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Os procedimentos estatísticos utilizados para uma adequada análise dos dados colhidos foram trabalhados da seguinte forma: estatística descritiva, estatística inferencial; análise de significância das diferenças das médias e nível de significância e potência do experimento.

Utilizou-se a estatística descritiva, objetivando definir perfil do conjunto de dados, foram estimadas as medidas de localização e dispersão; dentre as primeiras, tem-se média e mediana, medidas de tendência central, ou seja, identificam a localização do centro do conjunto de dados.

Foram realizados dois procedimentos básicos de estatística inferencial: análise de Normalidade e análise de Significância. Sendo que para a primeira foi realizado o teste de Kolmogorov-Smirnov para uma amostra (BUNCHAFT e KELLNER, 1999), com  $\alpha = 5,00\%$ . Esta análise foi desenvolvida para caracterizar a distribuição de probabilidade do grupo estudado, objetivando identificar a proximidade com a Distribuição Normal. Para a análise de Significância, baseando-se nos resultados anteriores, optou-se por utilizar o teste não paramétrico de Wilcoxon (SIEGEL, 1957). A potência do experimento pode ser estimada (BUNCHAFT;

BURNS, 2000; e KELLNER, 1999; COSTA NETO, 2000) e quanto ao nível de significância, este foi igual a 5,00%.

## RESULTADOS

Os resultados descritivos dos sujeitos são apresentados na tabela 1, quanto às características físicas da idade, da estatura, da massa corporal total (Peso) e do índice de massa corporal (IMC).

Analisando a tabela 1, observou-se que o grupo apresentou idade de  $32,47 \pm 6,08$  anos; portanto, segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), do ponto de vista do processo de Envelhecimento e Desenvolvimento do Homem, a Classificação das Faixas Etárias encontra-se dentro das Idades Jovem (18-30 anos) Madura (31-45 anos).

Também merece destaque a estimativa de erro-padrão que se apresentou alta para a variável "Peso"; logo, não há expectativa de manutenção dos resultados, quando considerado outro grupo experimental, mesmo que similar ao empregado no presente trabalho.

Depois de realizadas as coletas de dados nos momentos específicos: basal, 24 horas após treino terra e 24 horas após treino água, os resultados foram organizados e colocados em tabela com tempos específicos, indicados na tabela 2.

Analisando a tabela 2, observou-se que o grupo apresentou nível de hidroxiprolina basal de  $39,07 \pm 15,27$ mg/d. Segundo Wyngaarden e Smith (1984), os valores de referências laboratoriais de importância clínica para indivíduos maiores de 21 anos encontram-se em torno de 15 e 43 mg/d, portanto, a verificação basal encontra-se dentro das referências laboratoriais de acordo com a faixa etária. Observa-se também que o nível de hidroxiprolina basal apresentou alta dispersão ( $CV > 20,00\%$ ), logo, à exceção desta, as demais variáveis têm na média a melhor estimativa de tendência central.

Destaca-se ainda a estimativa de erro-padrão que se apresentou alta para a variável "HP-Basal", por isso não há expectativa de manutenção dos resultados, ao se considerar outro grupo experimental, mesmo que similar ao empregado no presente trabalho.

O grupo apresentou aumento significativo (para  $p < 0,05$ ) dos níveis de hidroxiprolina após os treinos específicos (PTT e PTA), quando comparados aos níveis basais. Portanto, a realização

do flexionamento dinâmico em ambos os meios possibilitou a ocorrência de micro lesão. Em consenso com a literatura, Martin et al. (2002) e Brown et al. (1999) inferem que a identificação dos níveis de colágeno relacionada aos componentes bioquímicos é determinante na verificação de lesões pelo aumento da bioatividade molecular. Sabendo-se desta relação dos níveis de componentes do colágeno (em degradação) na excreção urinária, este estudo verificou a relação entre exercícios de flexionamento, ocorrência de lesão no tecido conectivo e níveis de hidroxiprolina excretados na urina.

## ANÁLISE DA NORMALIDADE

Objetivando verificar a Normalidade do grupo, foi utilizado o Teste de Kolmogorov-Smirnov (TKS), pois este teste é adequado para verificar se as variáveis estão próximas da normalidade ou da distribuição normal.

Conforme os dados apresentados na tabela 3, verificou-se que as estimativas de p-valor para o TKS, estão abaixo de 0,05, logo as variáveis não seguem a distribuição normal.

Os resultados da tabela 3 indicam que os níveis de HP nos três instantes não apresentam distribuição de probabilidade próxima à distribuição Normal. Portanto, a análise inferencial daquelas variáveis seguirá a abordagem não-paramétrica (COSTA NETO, 2000), a qual foi executada através do Teste de Wilcoxon. A utilização deste se fez adequada pelo pareamento do grupo (SIEGEL, 1957).

## RESULTADO DO TESTE DE COMPARAÇÃO DOS NÍVEIS DE HP

Depois de realizadas as coletas de dados no pré e pós teste do grupo experimental, os resultados foram organizados e colocados em tabela e gráfico com instantes específicos. Os dados coletados foram organizados em três instantes: basal → 24 horas após o treino água; basal → 24 horas após treino terra e 24 horas pós treino água ↔ 24 horas pós treino terra.

QUADRO 1

VALORES LABORATORIAIS DE IMPORTÂNCIA CLÍNICA BIOQUÍMICA

Exame	Espécime	Varição de Referência	Varição de Referência (unidades internacionais)	
		Idade	mg/d *	$\mu\text{mol/d}$ **
Hidroxiprolina	U r i n a 24h	1 – 5 anos	20 – 65 mg/d	150 – 496 $\mu\text{mol/d}$
		6 – 10 anos	35 – 99 mg/d	270 – 750 $\mu\text{mol/d}$
		11 – 14 anos	63 – 180 mg/d	480 – 1370 $\mu\text{mol/d}$
		18 – 21 anos	20 – 55 mg/d	150 – 420 $\mu\text{mol/d}$
		> 21 anos	15 – 43 mg/d	114 – 330 $\mu\text{mol/d}$

(WYNGAARDEN E SMITH, 1984)

TABELA 1

CARACTERÍSTICAS DO GRUPO EXPERIMENTAL

Variável	Média	Md	$\alpha$	s	CV
Idade	32,47	32,50	1,57	6,08	18,72%
Estatura	177,33	179,50	1,43	5,55	3,13%
Peso(Kg)	87,13	91,00	3,94	15,24	17,49%
IMC	27,07	27,95	1,19	4,61	16,30

TABELA 2

NÍVEIS DE HP EM TEMPOS ESPECÍFICOS

Variável	Média	Md	$\epsilon$	s	CV
HP - Basal	39,07	36,00	5,16	15,27	39,08%
HP-24h (pós treino água)	66,74	65,07	10,31	4,73	15,45%
HP-24h (pós treino terra)	71,28	69,12	12,15	7,38	17,04%

TABELA 3

AValiação da Normalidade do Grupo Experimental

Variável	p-Valor	Decisão
HP-Basal	0,01	Não segue distrib. Normal
HP-24h (pós treino água)	0,00	Não segue distrib. Normal
HP-24h (pós treino terra)	0,01	Não segue distrib. Normal

Considerando os valores da tabela 4, nota-se que a existência de diferença estatisticamente significativa entre os níveis de hidroxiprolina basal e 24h pós-treino terra, apresentou-se de forma mais decisiva do que a observada entre basal e 24h pós treino água. Conseqüentemente, apesar de também ocorrer no meio aquático, nesse ambiente a lesão mostrou-se menos efetiva do que no terrestre. A comparação direta entre os ambientes não apontou diferença significativa pela diferença encontrada de 1,00%, o que, provavelmente, pode ter ocorrido pela intensidade da intervenção. Além disso, a falta de compromisso com as orientações fornecidas aos voluntários também pode ter impactado os resultados, sem que seja possível aferir tal influência.

## CONCLUSÃO

No sentido da prevenção e da profilaxia de lesões, no esgotamento do potencial de desempenho e de um ajuste ideal do treinamento, o treino da flexibilidade é um elemento que não pode ser substituído ou ignorado no processo de condicionamento físico, independentemente dos meios de realização, quer seja no meio terrestre ou líquido.

Considera-se imperativo conhecer os benefícios e riscos, em curto e longo prazo, dos programas de exercícios; pois o conhecimento dos fatores de risco é essencial para ajudar a prevenir as possíveis lesões decorrentes do treinamento físico.

É possível inferir que os tecidos conjuntivos, incluindo os tendões, podem sofrer micro lesão num trabalho de flexionamento dinâmico, tanto no meio líquido quanto no terrestre, apesar de se considerar que exercícios que causam tensão e exercícios de flexibilidade fortalecem os tendões, os ligamentos e os músculos. Por conseqüência, tais exercícios podem determinar a prevenção ou o desencadeamento das lesões musculoesqueléticas. Em última análise, é possível aceitar uma significativa correlação existente entre a prática de atividades físicas e a saúde osteomioarticular; ou seja, a forma de se trabalhar (treinar) pode prevenir ou provocar lesão musculoesquelética. Assim, de acordo com a literatura, existe uma relação complexa de fatores de risco entre lesão musculoesquelética e exercício.

Conclui-se que os riscos de lesão podem aumentar, de acordo com os níveis de intensidade e duração do treinamento. Portanto, determinar o nível ideal da flexibilidade e da intensidade do treinamento ainda é um assunto controverso, principalmente no conhecimento, prevenção e diminuição do risco de lesão.

**TABELA 4**  
COMPARAÇÃO DOS NÍVEIS DE HP

Variável	p-valor	Decisão
Basal→24h (pós T. A)	0,02	Há diferença entre os instantes
Basal→24h (pós T. T)	0,01	Há diferença entre os instantes
24h (pós T.A) ↔ 24h (pós T.T)	0,06	Não há diferença entre os instantes

Com base no que objetiva o treinamento da flexibilidade, o flexionamento possibilita amplitudes de arcos de movimento superiores às originais, sendo que as estruturas músculo-conjuntivas envolvidas são submetidas a um estiramento extremo, com risco de provocar danos aos tecidos conjuntivos. Estes possíveis danos foram verificados, neste estudo, através dos níveis de hidroxiprolina excretados na urina dos sujeitos submetidos ao flexionamento dinâmico, nos meios líquido e terrestre.

A análise direta entre os ambientes, em que pese a ocorrência de lesões, não apresentou diferença significativa (para  $p < 0,05$ ), apesar de o ambiente aquático apresentar um indício de menor favorecimento de micro lesão (análise intra-grupo); os dados comprovam a diferença não significativa ( $p = 0,06$ ). Assim, é possível concluir que os resultados obtidos neste estudo, apesar da ocorrência das lesões em ambos os meios, não permitem afirmar que exista preponderância de algum dos meios no que diz respeito à indicação de treinamento com menor risco de lesão.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAHAM, W. M. Exercise-induced muscular soreness. *The Physician and Sports-medicine*, 7(10):57-60, 1979.
- ACHOUR JUNIOR, A., A. Estabilidade músculo-articular. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde*, 2(5):76-83, 1997.
- \_\_\_\_\_. *Bases para Exercícios de Alongamento Relacionado com a Saúde e no Desempenho Atlético*. Londrina: Editora Midiograf, 1996.
- ACSM (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE). *Diretrizes do ACSM para os Testes de Esforço e sua Prescrição*. 6ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.
- ALEXANDER, M. J. L.; NICKEL, R.; BORESKIE, S. L. & SEARLE, M. Comparison of the effects of two types of fitness/flexibility programs on gait mobility and self-esteem of older females. *Journal of Human Movement Studies*, 38:235-268, 2000.
- ALEXANDER, Neil B.; ULBRICH, Jessica, RAHEJA, Aarti & CHANNER, Dwight. Rising from the floors in older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 45(5):564-569, 1997.
- ALTER, M. J. *Ciência da Flexibilidade*. Porto Alegre: Editora ArtMed, 1999.
- AQUATIC EXERCISE ASSOCIATION. *Manual do Profissional de Fitness Aquático*. Rio de Janeiro: Shape, 2001.
- ARAÚJO, Denise S. M. Soares de & ARAÚJO, Cláudio Gil Soares de. Aptidão física, saúde e qualidade de vida relacionada à saúde em adultos. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde*. Londrina, Paraná, 6(5):194-203, 2000.
- BATES, A. & HANSON, N. *Exercícios Aquáticos Terapêuticos*. São Paulo: Editora Manole, 1998.
- BRASIL. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6023. *Informação e Documentação - Referências - Elaboração*. Rio de Janeiro: ABNT, ago. 2002.
- BROWN, S.; DAY, S. e DONNELLY, A. Indirect evidence of human skeletal muscle damage and collagen breakdown after eccentric muscle actions. *Journal of Sports Sciences*, 17:397-402, 1999.
- BUNCHAFT, G e KELLNER, SRO. *Estatística sem Mistérios*. Petrópolis, Editora Vozes, 1999.
- BURNES, K. *Fundamentals of the Biostatistic*. New York, McGraw-Hill, 2000.
- CAILLIET, R. *Síndrome da dor lombar*. 5 ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2001.
- CAMPBELL, Donald Thomas; STANLEY, Julian C. *Delineamentos experimentais e quase-experimentais de pesquisa*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, E.P.U. 1979.

- CASE, L. A. *Condicionamento Físico na Água*. São Paulo: Editora Manole, 1998.
- CHERNECKY, Cynthia C.; BERGER, Barbara J. e KRECH, Ruth. *Laboratory tests and diagnostic procedures*. Pennsylvania: Editora W B Saunders, 1993.
- COCHRAN, W. *Tecnologia da Amostragem*. Rio de Janeiro: Editora Fundo de Cultura, 1956.
- COELHO, Carla Werlang. Relação entre Aumento da Flexibilidade e Facilitações na execução de ações cotidianas em adultos participantes de programa de exercício supervisionado. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*. Santa Catarina, Paraná, 2(1):11-41, 2000.
- CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE. *Diretrizes e Normas Regulamentadoras de Pesquisas envolvendo Seres Humanos*. Brasília: Ministério da Saúde, 1997.
- COSTA NETO, P. L. O. *Estatística*. São Paulo: Edgar Blücher, 2000.
- DANTAS, E. H. M. et al. Protocolo LABIFIE de Goniometria. *Revista Treinamento Desportivo*, 2(3): 21-34, 1997.
- DANTAS, E. H. M. et al. La Flexibilidad en el Entrenamiento del atleta de Alto Rendimiento de Deportes Colectivos. *Archivos de Medicina del Deporte*, XVI (70):167-172, 1998.
- DANTAS, E. H. M. *Alongamento e Flexionamento*. 5ª ed. Rio de Janeiro: Editora Shape, 2005.
- DANTAS, E. H. M. et al. Muscular na Perda da Flexibilidade no Envelhecimento Perda da Flexibilidade no Idoso: A Preponderância da Diminuição da Mobilidade Articular ou da Elasticidade. *Fitness & Performance Journal*, 1(3):12-20, mai/jun 2002.
- \_\_\_\_\_. *A Prática da Preparação Física*. 5. ed. Rio de Janeiro: Shape, 2003.
- DARDEN, Ellington. *The superfitness handbook*. Philadelphia, George F. Sickey, 1980.
- DORLAND. *Dicionário Médico Ilustrado*. 28 ed. São Paulo: Editora Manole, 1999.
- EITNER, D. *Fisioterapia nos esportes*. São Paulo: Manole, 1989.
- FERNANDES FILHO, J. *A Prática da Avaliação*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Shape, 2003.
- FOX, E.; BOWERS, R. & FOSS, M. *Bases Fisiológicas da Educação Física e dos Desportos*. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1991.
- GRANT, William T.; WANG, Gwo-Jaw & BALIAN, Gary. Type X Collagen Synthesis during Endochondral Ossification in Fracture Repair. *The Journal of Biological Chemistry*, 262(20):9844-9849, 1987.
- HOLLMANN, W. & HETTINGER, T. H. *Medicina do Esporte*. Edição Revisada. São Paulo:Ed. Manole, 1989.
- KAUFMANN, J. et al. Hydroxyproline collagen crosslinks in serum, urine, synovial fluid and synovial tissue in patients with rheumatoid arthritis compared with osteoarthritis. *Rheumatology*, 42: 314-320, 2003.
- KOMI. P.V. (ed) *Strength and power in sport*. 2 ed. Oxford: Blackwell Science, 2003.
- KRAVITZ, L. e MAYO, J.J. Aquatic exercise: a review. *The akwa letter*, Dec/Jan. p.12-23, 1997/1998.
- LEMLEY, P. V. & WELCH, M. J. A Correlation between muscular strength and hydroxyproline concentration in human patellar tendon. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, p.104-107, 1991.
- LEHNINGER, A. L., Nelsom, D. L., Cox, M. M. *Princípios da Bioquímica*. São Paulo: Sarvier, 1995.
- MARTIN, R. et al. *The Epithelial Mitogen Keratinocyte Growth Factor Binds to Collagens via the Consensus Sequence Glycine-Proline-Hydroxyproline*. Disponível em <<http://www.jbc.org>>. Acesso em: 22/01/02/2004.
- MAUGHAN, R.; GLEESON, M.; GREENHAFF, P. L. *Bioquímica do Exercício e Treinamento*. São Paulo: Malone, 2002.
- McARDLE, William D.; KATCH, Frank I & KATCH, Victor L. *Fisiologia do exercício. Energia, nutrição e desempenho humano*. 3ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992.
- MICHAEL, J. M. S. *Ciência da Flexibilidade*. Porto Alegre: Editora Artmed, 1999.
- MOONEY, Sean D.; KOLLMAN, Peter A. & KLEIN, Teri E. *Conformational Preferences of Prolines in Collagen Triple Helix*. Disponível em <<http://www.smi.stanford.edu/pubs/SMI-reports/SMI-2000918.pdf>>. Acesso em: 30/10/2003.
- MORAES, Marcos, A. A. *Processo adaptativos do tecido muscular esquelético e tecidos conjuntivo. Repercussões sobre a Flexibilidade*. 1997. Tese (Doutorado). Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. São Paulo.
- NAHAS, Markus V. *Atividade Física e Saúde e Qualidade de Vida*. Londrina Paraná: Editora Midiograf, 2001.
- NIEMAN, D. C. *Exercício e Saúde*. São Paulo: Editora Manole, 1999.
- NORKIN, C. C. & WHITE, D. J. *Manual de Goniometria: Medida do Movimento Articular*. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
- OMS – DIVISÃO DE SAÚDE MENTAL – GRUPO WHOQOL. *Versão em português dos instrumentos de avaliação de Qualidade de Vida (WHOQOL) 1998*. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/psiq/whoqol.html>>. Acesso em 16 de março de 2003.
- PEREIRA, Sissi Aparecida Martins. *A Redução da Flexibilidade na Motricidade do Cotidiano: A Influência da Idade Cronológica, do Sexo e da Atividade Física*. 1996. Dissertação (Mestrado em Ciência da Motricidade Humana) - Pós-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Castelo Branco – UCB. Rio de Janeiro.
- REID, D.C.; BURNHAM, R.S.; SABOE, L.A. et al. Lower extremity flexibility patterns in classical ballet dancers and their correlation to lateral hip and knee injuries. *Am J Sports Med*, 15: 347, 1987.
- ROBERGS, R. A. & ROBERTS, S.O. *Princípios fundamentais de fisiologia do exercício para a aptidão, desempenho e saúde*. São Paulo: Editora Phorte, 2002.
- RUOTI, R. G., MORRIS, D. M. e COLE, A. J. *Reabilitação aquática*. São Paulo: Manole, 2000.
- SCHNIMING, Lisa. ACSM Report Stresses Strength Training for Seniors. *The Physician and Sportsmedicine*, 26(12), Dec 1998.
- SIEGEL, S. *Estatística não-paramétrica: uma abordagem para ciência do comportamento*. São Paulo, McGraw-Hill, 1957.
- SKINNER, A. T. e THOMSON, A. M. *Duffield: exercícios na água*. São Paulo: Ed. Manole, 1985.
- SOARES, J. S. *Diferenças dos efeitos da hidroginástica e da ginástica localizada sobre a flexibilidade em mulheres adultas*. 2002. Dissertação (Mestrado em Ciência da Motricidade Humana) - Pós-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Castelo Branco – UCB. Rio de Janeiro.
- STRYER, Lubert. *Bioquímica*. 4. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996.
- TAYLOR, D. C. et al., Viscoelastic properties of muscle-tendon units. *The American Journal of Sports Medicine*, 18(3):300-308, 1990.
- THOMAS, J. R. e NELSON, J. K. *Métodos de pesquisa em atividade física*. 3ed. São Paulo: ArtMed, 2002.
- VARGAS, A. L. S. *Corpo e Marginalidade*. Tese de Doutorado. Lisboa: Faculdade de Motricidade Humana, 2000.
- VASCONCELOS, F. A. G. *Avaliação Nutricional de Coletividades*. 2ed. Florianópolis: UFSC, 1995.
- VERLAG, G.T. *Patobioquímica*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1982.
- WEINECK, J. *Biologia do Esporte*. São Paulo: Ed. Manole, 2000.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). *The first ten years of the world Health Organization*. Palais des Nations, Geneva, Switzerland. Constitution of the World Health Organization, p.459, 1958.
- WYNGAARDEN, I. B. & SMITH, L. H. Cecil - *Tratado de Medicina Interna*. 16ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1984.