



Artigo de Revisão

Patinação de velocidade *in-line*: uma revisão sistemática



T. Piucco, S.G. dos Santos e R.D. de Lucas

Departamento de Educação Física, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, Brasil

INFORMAÇÃO SOBRE O ARTIGO

Historial do artigo:

Recebido a 1 de março de 2013

Aceite a 20 de fevereiro de 2014

Palavras-chave:

Patinação

Rendimento esportivo

Limiar anaeróbico

R E S U M O

A patinação de velocidade *in-line* é uma modalidade que está crescendo nos últimos anos, contudo, ainda é pouco estudada devido a dificuldade de ser reproduzida em laboratório. Neste artigo, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o conhecimento, com base em investigações prévias desta modalidade esportiva. As consultas foram realizadas nas bases de dados LILACS, SCOPUS, PubMed, SciELO, Science Direct, Ovid e Google. Foram incluídos apenas estudos com humanos, publicados em inglês, português, italiano e francês sem restrição de ano de publicação. Do total de 143 artigos, 27 abordaram sobre patinação *in-line*, destes, 14 investigaram as variáveis fisiológicas, 8 as variáveis biomecânicas e 5 investigaram ambas. Seis estudos compararam as respostas fisiológicas durante a patinação com protocolos de corrida ou ciclismo; somente 2 verificaram a validade de um protocolo específico, para determinar indiretamente a capacidade aeróbica de patinadores de velocidade *in-line*. Os resultados dos estudos foram controversos e inconsistentes, revelando que existe a necessidade de investigar profundamente este esporte.

© 2013 Consejería de Educación, Cultura y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos os direitos reservados.

Patinaje de velocidad en línea: una revisión sistemática

R E S U M E N

El patinaje de velocidad sobre ruedas es una modalidad que ha crecido en los últimos años, pero que aún está poco estudiada debido a la dificultad de ser reproducida en laboratorio. En este artículo, fue realizada una revisión bibliográfica sobre el estado del conocimiento con base en las investigaciones ya realizadas acerca de esta modalidad deportiva. Fueron consultadas las bases de datos LILACS, SCOPUS, PubMed, SciELO, Science Direct, Ovid y Google. Se incluyeron estudios con humanos, publicados en inglés, portugués, italiano y francés, sin restricciones de año de publicación. De un total de 143 artículos, 27 tratan del patinaje sobre ruedas; de estos, 14 investigaron las variables fisiológicas, 8 las biomecânicas y 5 investigaron ambas variables. Seis estudios compararon la respuesta fisiológica durante el patinaje con protocolos de carrera o ciclismo; solamente 2 verificaron la validez de un protocolo específico para determinar indirectamente la capacidad aeróbica de los patinadores de velocidad sobre ruedas. Se pudo verificar que los resultados de los estudios fueron controvertidos e inconsistentes, lo cual revela que existe la necesidad de investigar más a fondo este deporte.

© 2013 Consejería de Educación, Cultura y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

In-line speed skating: A systematic review

A B S T R A C T

The use of *in-line* skates has become popular in recent years for recreational and conditioning purposes. Nevertheless, *in-line* speed skating is not widely investigated yet, due to the difficulty to conduct specific tests under laboratory conditions. This study aimed to investigate the state of the art of *in-line* speed skating researches. A systematic literature review on LILACS, Scopus, PubMed, SciELO, Science Direct,

Keywords:

Skating

Sport performance

Anaerobic threshold

Correio eletrônico: tatianepiucco@yahoo.com.br (T. Piucco).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.ramd.2014.02.002>

1888-7546/© 2013 Consejería de Educación, Cultura y Deporte de la Junta de Andalucía. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos os direitos reservados.

Ovid and Google was performed, including studies on human, which were published in English, Portuguese, Italian or French, with no restrictions related to the year of publication. From a total of 143 articles with skating, 27 investigated the *in-line* skating, of which 14 investigated physiological variables, eight investigated biomechanical variables, and five investigated both variables. Six studies compared the physiological response during skating with running or cycling protocols and only two verified the validity of a specific protocol to indirectly determine the aerobic capacity of *in-line* speed skaters. Finally, the results found were controversial and inconsistent, showing the need of more investigations about this sport.

© 2013 Consejería de Educación, Cultura y Deporte de la Junta de Andalucía. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introdução

A patinação de velocidade *in-line* tem se tornado cada vez mais popular no mundo todo, tanto a nível recreacional quanto competitivo, sendo disputada nos Jogos Pan Americanos, em competições mundiais e provas rústicas¹⁻². As provas de patinação acontecem tanto em pista quanto na rua, com distâncias de 200, 300, 500, 1.000, 1.500, 2.000, 3.000, 5.000, 10.000, 15.000, 20.000, 30.000, 42.000 e 50.000 metros, e são muito similares às competições de ciclismo, com efeitos de «vácuo», estratégias táticas individuais e por equipes, as quais são de extrema importância para o rendimento².

Assim como nas demais modalidades de *endurance*, a performance na patinação de velocidade é influenciada pelas mudanças nos parâmetros fisiológicos ocasionadas pelo treinamento, como a potência aeróbia (VO_{2max}), a capacidade aeróbia e anaeróbia (limiares de lactato), assim como parâmetros técnicos, tais como posição do tronco e ângulos dos membros inferiores³.

De acordo com Publow¹, poucas investigações têm sido feitas com a patinação de velocidade, tanto no gelo quanto *in-line*, provavelmente devido à dificuldade de reproduzir a prática em ambiente laboratorial, bem como as condições de variações ambientais necessárias para validar e reproduzir os dados deste esporte. A maioria das pesquisas tem investigado a patinação no gelo, enquanto outras fazem prescrição de treinos de patinação derivados de testes incrementais em ciclo ergômetro e esteira de corrida.

Para a determinação da resposta fisiológica durante testes laboratoriais é importante considerar o tipo do protocolo utilizado bem como a especificidade do ergômetro⁴⁻⁵. A cinética de produção e remoção de lactato sanguíneo, por exemplo, ocorre de maneira diferente de acordo com cada pessoa e em função do tipo de exercício, devido à quantidade de massa muscular envolvida⁵.

Por isso, a prescrição de treinos de patinação derivados de testes incrementais em ciclo ergômetro e esteira de corrida não parece apropriado⁶ e, muito provavelmente, não correspondem com a performance e não respeitam a especificidade da demanda fisiológica e biomecânica dessa modalidade. Além disso, a avaliação da qualidade metodológica dos estudos é fundamental para ponderar os resultados obtidos.

Dessa forma, considerando a crescente popularização e profissionalização da patinação *in-line*, associada à importância de se entender as respostas fisiológicas e os padrões técnicos do gesto motor específico para a avaliação da performance, prescrição e controle do treinamento desta modalidade, formulou-se a seguinte questão: quais são e de que forma estão sendo mensuradas e avaliadas as variáveis fisiológicas e biomecânicas relacionadas à performance de patinadores de velocidade *in-line*?

Para responder à referida questão, este estudo objetivou realizar uma revisão sistemática para explorar o estado da arte de estudos que investigaram as variáveis fisiológicas (índices relacionados ao desempenho aeróbio e anaeróbio) e biomecânicas (variáveis

cinemáticas, cinéticas e eletromiografia) relacionadas à performance na patinação de velocidade *in-line* em atletas competitivos.

Método

Foi realizada uma busca estratégica por meio do vocabulário estruturado Descritores em Ciência da Saúde (DeCS) para a busca na base de dados LILACS e o Medical Subject Headings (MeSH) para as bases de dados PubMed, Scopus, Science Direct, Ovid e Google, utilizando-se uma combinação de descritores e excluindo da busca as áreas não pertinentes ao tema.

Critérios de inclusão

Foram considerados os estudos que investigassem os aspectos fisiológicos e biomecânicos da performance na patinação *in-line*, publicado nas línguas inglesa, portuguesa, italiana e francesa, sem restrições quanto ao ano de publicação e faixa etária.

Critérios de exclusão

Foram excluídos os estudos clínicos e epidemiológicos; estudos que investigavam o acometimento de lesões; estudos que não objetivassem avaliar variáveis relacionada a performance na patinação (i. e. relacionados à qualidade de vida, nível de atividade física e saúde); estudos que investigassem a patinação artística ou *skateboard*.

Os termos da busca e a estratégia utilizada estão descritos passo a passo na [tabela 1](#).

As referências bibliográficas dos estudos incluídos na revisão foram revisadas para detectar estudos adicionais. Todos os estudos encontrados foram armazenados no programa gerenciador de referências bibliográficas *End Note Web 3.5*. Posteriormente, os títulos e os resumos foram analisados por 2 revisores que, de forma simultânea e independente, incluíram ou excluíram os estudos

Tabela 1

Estratégia de busca utilizada nas bases de dados

Busca	Estratégia
#1	((TITLE-ABS-KEY((skat*) AND (physiology OR lactate OR performance OR threshold OR vo2 OR incremental test OR anaerobic))
#2	(TITLE-ABS-KEY((skat*) AND (biomechanics OR emg OR kinematics OR kinetics OR dynamometry OR power OR technique))
#3	((AND NOT (injury OR figure OR skateboard OR snowboard) AND (EXCLUDE(SUBJAREA (ceng OR soci OR psyc OR agri OR vete OR eart OR ener OR envi OR busi))
#4	(#1 OR #2) AND #3 = Busca geral patinação
#5	(TITLE-ABS-KEY(("in-line" OR inline OR roller) AND skat*) AND (biomechanics OR emg OR kinematics OR kinetics OR dynamometry OR power OR technique))
#6	(TITLE-ABS-KEY(("in-line" OR inline OR roller) AND skat*) AND (physiology OR lactate OR performance OR threshold OR vo2 OR incremental test OR anaerobic))
#7	(#5 OR #6) AND #3 = Busca específica patinação <i>in-line</i>

para a presente revisão, considerando os objetivos e os métodos dos estudos e os critérios de inclusão e exclusão; e extraíram as informações dos artigos incluídos. Para isso foi elaborada uma ficha de extração, incluindo as informações sobre o(s) autor(es), a disponibilidade de cada artigo (*full*, *abstract*, resumo expandido ou dissertação), o delineamento/tipo, país onde o estudo foi realizado, o número, o sexo, a faixa etária e o nível dos patinadores avaliados, a área de investigação (fisiologia ou biomecânica), as modalidades e as variáveis investigadas, o protocolo e o tratamento estatístico utilizado, assim como os resultados obtidos. Todas as divergências entre os avaliadores no processo de inclusão dos artigos e extração dos dados foram decididas posteriormente em uma reunião de consenso.

Devido à diversidade entre o delineamento, os métodos e as variáveis mensuradas nos estudos, não foi possível utilizar escalas pré-definidas e validadas para a avaliação da qualidade metodológica dos artigos. Por isso, os protocolos de análise utilizados e os resultados de alguns dos trabalhos mais interessantes foram avaliados e discutidos de forma qualitativa.

Resultados

Foram encontrados mais de 300 artigos na busca #4. Destes foram definidos 143 artigos que investigavam aspectos da performance na patinação. Estes estão apresentados na [tabela 2](#), de acordo com a modalidade de patinação e com a área de investigação de cada estudo (fisiologia, biomecânica ou ambos).

Observa-se na [tabela 2](#) que a maioria das investigações foi realizada com patinação de velocidade no gelo, comparando ou não com demais modalidades (54 no total), seguida das investigações com hóquei no gelo (24) e esqui *cross-country* (17). O domínio fisiológico da performance na patinação foi em geral mais investigado nos trabalhos, exceto para a modalidade de velocidade no gelo, onde o número de pesquisas relacionadas à biomecânica da performance é consideravelmente maior (20 versus 12).

Para a busca específica sobre patinação *in-line* (busca #7), foram encontrados e incluídos 27 estudos no total. Na [tabela 3](#) estão descritas as informações extraídas de cada estudo.

Observa-se na [tabela 3](#) que grande parte dos estudos (14/27) investigaram variáveis relacionadas apenas as respostas fisiológicas da patinação *in-line*, enquanto que 8/27 investigaram variáveis biomecânicas, e apenas 5 estudos investigaram ambas as variáveis.

Nenhum estudo de revisão foi encontrado sobre essa temática. A maioria dos estudos encontrados foram artigos originais do tipo transversal descritivo do tipo diagnóstico, sem intervenção ou grupo controle. Apenas os estudos de Giorgi⁷ e Platen e Schaar⁸ tiveram algum tipo de intervenção (treinamento), e somente o estudo de Melanson et al.⁹ teve intervenção e grupo controle.

Tabela 2
Modalidade e área investigada de cada estudo encontrado na busca #4

Modalidade	Número	Fisiologia	Biomecânica	Ambos
<i>In-line</i>	19	9	8	2
Vel. <i>In-line</i> x Vel. gelo	2	1		1
Vel. <i>In-line</i> x Corrida/ciclismo	4	4	1	
Vel. <i>In-line</i> x Roller esqui	2	1		1
Vel. gelo x Corrida/Ciclismo	42	12	20	10
Vel. gelo x Corrida/Ciclismo	10	5	2	3
Esqui <i>cross-country</i>	17	8	5	3
Hóquei em gelo	24	14	8	2
Roller esqui	9	5	2	2
Patinação (geral)	7		6	1
Esqui (geral)	7	4	2	1

Discussão

A partir dos resultados da busca #4, observou-se um número expressivo de publicação com a modalidade de patinação de velocidade no gelo, o que pode estar relacionado ao fato desta modalidade ser uma das principais modalidades dos Jogos Olímpicos de Inverno, com um número expressivo de praticantes e equipes competitivas, especialmente no hemisfério norte.

Especificamente na patinação *in-line*, alguns estudos foram realizados com patinadores de outras modalidades como atletas de hóquei¹²⁻¹³, esqui^{11,18,28,32} e de patinação no gelo^{14,17,24}, que realizaram testes utilizando patins *in-line*. Outros estudos compararam as respostas biomecânicas e fisiológicas máximas e submáximas na corrida^{9,20,24,27,30} ou ciclismo^{6,17,21,27,30} com a patinação *in-line*, e 2 estudos investigaram a validade de testes específicos para avaliação da performance de patinadores *in-line*^{15,31}. Os restantes estudos encontrados investigaram a força e a pressão plantar gerada nos patins em diferentes situações^{16,19,23,25} e as adaptações neuromusculares em patinadores iniciantes^{22,29}. Os estudos serão agrupados em tópicos específicos para a discussão, como segue.

Patinação *in-line* versus esqui

Com intuito de comprar as demandas fisiológicas entre a patinação *in-line* e roller esqui, Baum et al.¹¹ compararam o consumo de oxigênio (VO₂), a frequência cardíaca (FC), a razão de trocas gasosas (RER) e a concentração de lactato sanguíneo [Lac] de bi atletas nas intensidades submáximas de 2 e 4 mmol.l⁻¹ e na velocidade máxima (VM), não encontrando diferenças entre a velocidade média atingida e entre as variáveis investigadas. Já Hoffman et al.¹⁸ não encontraram diferenças entre o VO₂, FC durante a patinação *in-line* convencional e a patinação *cross-country* 'V1', enquanto que a técnica de roller esqui 'double pole' obteve VO₂ menores nas 3 velocidades submáximas investigadas.

Com relação à investigação e comparação entre as variáveis biomecânicas, a técnica *double-push* de patinação *in-line* adaptada para o esqui *cross-country* foi 2,9 ± 2,2% mais rápida em relação a técnica convencional 'V2', mostrando ainda um aumento no comprimento e uma diminuição na frequência do ciclo da passada, seguido de uma maior ativação muscular, maiores amplitudes e velocidades de extensão do joelho, e maiores picos de forças e cargas laterais na bota, especialmente na fase inicial da propulsão²⁸. Nas provas de slalom, a duração da fase de giro foi significativamente menor com patins *in-line* do que com esquis e, de 7 músculos investigados, somente o eretor da espinha obteve maior ativação durante o esqui, provavelmente devido a menor velocidade atingida com patins *in-line*³².

Os resultados deste estudo sugerem que a patinação *in-line* pode ser uma alternativa válida para atletas de diferentes modalidades de esqui no gelo em períodos fora de estação, visto que possuem algumas semelhanças tanto técnicas quanto metabólicas, e que a técnica *double-push* de patinação *in-line* mostrou-se mais eficiente e rápida do que a técnica convencional, e pode ser positivamente transferida para o esqui *cross-country*.

Patinação *in-line* versus patinação no gelo

Com relação às respostas fisiológicas durante testes de esforço submáximos em pista, os estudos mostram que a FC e o VO₂ durante a patinação *in-line* foram significativamente maiores do que na patinação no gelo, indicando um maior gasto metabólico na patinação *in-line*¹², tanto em pista de asfalto quanto concreto¹³. Entretanto, durante a avaliação em teste de esforço supra máximo, não foram encontradas diferenças significativas entre os valores pico de VO₂, VE ou FC entre as modalidades, apenas a RER foi maior na patinação *in-line*¹⁴.

Tabela 3
Informações sobre os artigos com patinação *in-line* incluídos na revisão

Autor	Disp	País	N/sex/ nível	Idade	Modalidade	Protocolo	Variáveis	Resultados
Allinger et al. ¹⁰	Full	CAN	n.a	n.a	Patinação geral	Otimização de modelo simulado	Duração, Vel, P e direção da passada	P méd Vel méd n.º técnicas
Baum et al. ¹¹	Full	ALE	8 M	20,4 ± 3,9	<i>In-line</i> , roller esqui	Pista. Sub à 2 mmol, 4 mmol e máx.	VO ₂ , FC, RER e [Lac]	Não houve dif. entre as modalidades
Carroll et al. ¹²	Abs	EUA	12 M	n.i	<i>In-line</i> , gelo	Pista. 3 min sub à 12,5, 16,5, e 20 km.h ⁻¹ .	VO ₂ , FC	VO ₂ , FC na pat <i>in-line</i> em todas as vel
Cartwright ¹³	Diss	CAN	10 M	18-23	<i>In-line</i> , gelo	Pista. Sub. à 20, 21,4 e 22,8 km.h ⁻¹ . Dif. rodas e rolamento	VO ₂ , FC	VO ₂ com rolamentos de semi-precisão. VO ₂ e FC na pat <i>in-line</i>
De Boer et al. ¹⁴	Full	HOL	8 M	32,8 ± 12,2	<i>In-line</i> , gelo	Pista. Sup de 2.800 m	VO ₂ , VE, RER, FC, Vel, P, W, θ	RER, θ joelho e t de deslize e trajetória, t da passada, e vel ang do joelho na pat <i>in-line</i>
Droghetti et al. ¹⁵	Full	ITA	2 n.i	n.i	<i>In-line</i>	Pista. Teste de Conconi adaptado	[Lac], PDFC	A vel PDFC coincidiu com o LAN
Eils e Kupelwieser ¹⁶	Exp	ALE	30 M	30,3 ± 7	<i>In-line</i>	Pista. Sub à 18 e 24 km.h ⁻¹	Pressão plantar, impulso	No segundo pico de pressão e no impulso na a 24 km.h ⁻¹
Foster ¹⁷	Full	EUA	3 F; 7 M	25,4 ± 2,6	<i>In-line</i> , ciclismo	Esteira e gelo. 4 min sub à 19,8, 23,4 e 27 km.h ⁻¹ , e máx. Dif posições	VO ₂ , FC, [Lac] e desaturação de O ₂ .	Desaturação O ₂ posição abaixada; [Lac], FC eVO ₂ na pat <i>in-line</i>
Giorgi ⁷	Exp	ITA	3 F; 3 M	14-16	<i>In-line</i> (programa de trein)	Step test, 3 min	FC, P, W	Correl positiva entre FC de treino e P estimada
Hoffman et al. ¹⁸	Abs	EUA	10 M	n.i	<i>In-line</i> , roller esqui	Pista. 4 min sub 14,6, 16,4, e 18,0 km.h ⁻¹	VO ₂ , FC	VO ₂ na técnica <i>double pole</i> . Sem dif entre V1 e <i>in-line</i>
Jerosch et al. ¹⁹	Abs	ALE	8 M	n.i	<i>In-line</i>	Pista. Vel continua 15, 20 e 25 km.h ⁻¹	Vibrações	Vibrações na vel 25 km.h ⁻¹
Krieg ⁵	Full	ALE	8 M	25 ± 6	<i>In-line</i> , ciclismo	Pista. Incr. de 3 km.h ⁻¹ a cada 3 min c/inter de 1 min	FC, VO ₂ , [Lac], F arrasto	No VO ₂ e FC na pat <i>in-line</i> a [4 mmol.l ⁻¹]. VO ₂ devido ao «vácuo»
Mahar ²⁰	Full	EUA	7 F; 4 M	21 ± 2	<i>In-line</i> , corrida	Esteira, vel preferida	Vibrações	Vibrações na pat <i>in-line</i>
Martinez et al. ²¹	Abs	ESP	n.i	n.i	<i>In-line</i> , corrida, ciclismo	Pista. 3 testes incr. desc.	VO ₂ , FC, [Lac], TE	VO ₂ , FC, TE e [Lac] na corrida
Melanson et al. ⁹	Full	EUA	11 F; 8M	33,3 ± 7,6	<i>In-line</i> , corrida (progr de trein)	Esteira, incr. de 2% inc cada 2 min	VO ₂	Similar no VO ₂ entre as modalidades
Millet et al. ²²	Full	FRA	8 M	21,5 ± 3,2	<i>In-line</i>	Pista, 6 min à 19,8 e 25,2 km.h ⁻¹	VO ₂ , FC	VO ₂ no vácuo a 19,8 km.h ⁻¹
Petrone ²³	Exp	ITA	1 M	n.i	<i>In-line</i>	Pista, n.i	F vertical e lateral nas rodas dos patins	F nas 2 primeiras rodas (reta) e no patim externo durante curvas
Platen e Schaar ⁸	Full	ALE	n.i	38,3 ± 10,2	<i>In-line</i> (progr de trein)	Pista. Incr de 3 km.h ⁻¹ a cada 5-6 min	[Lac], FC, glicemia, HDL, LDL	HDL e capacidade de <i>endurance</i> . Glicemia
Rundell ²⁴	Full	EUA	7 M	18 ± 2,6	<i>In-line</i> , corrida	Esteira. Incr. de 4 min e máx à 14,5 km.h ⁻¹ com incl 1%/min, dif posições	VO ₂ , [Lac],	VO ₂ e [Lac] na posição baixa durante patinação <i>in-line</i> , quando comparada com posição alta, média e corrida
Schindelwig et al. ²⁵	Exp	ÁUS	8 M	n.i	<i>In-line</i>	60 min e 3 min à 12 km.h ⁻¹	Pressão plantar, atrito, duração da passada, VO ₂	Correl entre pressão plantar, VO ₂ e atrito do rolamento
Shiratori e Latash ²⁶	Full	EUA	3 F; 5 M	20-52	<i>In-line</i>	Parado, mov de ombro bilateral e unilateral	AM e ajuste postural	AM do TA e SOL durante mov bilaterais sobre os patins
Snyder et al. ²⁷	Abs	EUA	2 F; 7 M	n.i	<i>In-line</i> , corrida, ciclismo	3-6 testes sub a 30 e 90% do VO _{2max} ,	VO ₂ , FC, [Lac]	FC e VO ₂ , na pat <i>in-line</i> a [4 mmol.l ⁻¹]
Stoggl et al. ²⁸	Abs	ÁUS	13 (n.i)	n.i	<i>In-line</i> , esqui <i>cross country</i>	Pista. Tiros máximos de 100 m.	θ, pressão plantar, AM	Vel, comp passada, AM e pico de força na bota utilizando a técnica <i>double push</i> no esqui <i>cross country</i>
Thompson e Bélanger ²⁹	Abs	CAN	n.i	n.i	<i>In-line</i>	30 min de patinação	Vibração, reflexo H, força, AM	30% reflexo H, 10% CVM e propriocepção do tornozelo
Wallick et al. ³⁰	Full	EUA	16 M	24,8 ± 5,7	<i>In-line</i> , corrida	Pista. 3 testes c/incr. 1,6 km.h ⁻¹ a cada 3 min.	Gasto calórico, FC, VO ₂	FC, VO ₂ na patinação <i>in-line</i> , gasto calórico semelhante
Zapata ³¹	Full	COL	30 M	n.i	<i>In-line</i>	Pista, incr. 0,8 km.h ⁻¹ a cada 3.200 m, int de 45 s.	LV, FC, Vel, PDFC	Houve correlação entre os métodos LV e o PDFC para determinação da FC e da Vel
Zeglinksi ³²	Full	EUA	5 M	38 ± 4	<i>In-line</i> , esqui	Pista, slalom <i>in-line</i> (5.º incl) e esqui (24.º incl)	AM de 7 músculos	AM do músculo eretor espinhal no esqui

ALE: Alemanha; AM: ativação muscular; ÁUS: Áustria; CAN: Canadá; COL: Colômbia; ESP: Espanha; EUA: Estados Unidos da América; F: feminino; FC: frequência cardíaca; FRA: França; HOL: Holanda; incl: inclinação; incr: incremental; ITA: Itália; [Lac]: concentração de lactato sanguíneo; LV: limiar ventilatório; M: masculino; máx: máximo; n.a: não se aplica; n.i: não informado; P: potência; PDFC: ponto de deflexão da FC; RER: razão de trocas gasosas; sub: submáximo; VE: ventilação pulmonar; Vel: velocidade; VO₂: consumo de oxigênio; θ: variáveis angulares.

A comparação entre as variáveis relacionadas à técnica mostrou que a potência produzida, o trabalho por passada, frequência de passada, efetividade da propulsão e os parâmetros angulares do quadril foram iguais entre a patinação de velocidade *in-line* e no gelo; a VM atingida, a trajetória, o tempo da passada e a velocidade angular do joelho foram menores na patinação *in-line*; o tempo de deslize e o ângulo do joelho na fase de deslize (7,5%) foram maiores na patinação *in-line*¹⁴.

Os resultados dos estudos levam a crer que, apesar de possuírem características semelhantes, a transferência completa entre a patinação *in-line* e no gelo é limitada, pois as diferenças em aspectos biomecânicos como a intensidade e tempo de aplicação de forças, manutenção de posturas e características cinemáticas lineares e angulares do movimento, levam a uma diferença na demanda fisiológica de cada modalidade. As diferenças foram mais evidenciadas nas intensidades submáximas, onde ocorre uma maior especificidade da participação dos sistemas energéticos e alterações nos principais índices fisiológicos, devido às alterações neuromusculares causadas por fatores como maiores forças de atrito, diferenças na ativação muscular devido à diferença na posição angular dos segmentos e alterações no fluxo sanguíneo dos membros inferiores, devido às altas forças intramusculares¹⁷.

Patinação *in-line* versus ciclismo

Alguns dos estudos incluídos na revisão compararam as respostas fisiológicas máximas e submáximas em protocolos de patinação e em cicloergômetro. Os resultados de alguns estudos mostraram semelhanças entre os índices VO_{2max} , FC_{max} , $[Lac]$ ^{6,21} e tempo de exaustão (TE)²¹ durante testes máximos, e no VO_2 em testes submáximos²⁷, enquanto outros mostraram diferenças tanto nas respostas máximas quanto submáximas nestes 2 modos de exercício^{6,17}.

Foster et al.¹⁷ encontraram uma diminuição no VO_{2max} , no VO_2 a 4 mmol.l^{-1} , no débito cardíaco (DC) e no volume de ejeção, e um aumento na resistência vascular sistêmica na diferença arteriovenosa de O_2 e no % de desaturação de O_2 no músculo vasto lateral, durante testes máximos e submáximos de patinação *in-line* na esteira em comparação com testes nas mesmas intensidades em cicloergômetro. Já no estudo de Krieg et al.⁶, durante um teste com cargas submáximas correspondentes a concentração de 4 mmol.l^{-1} , tanto o VO_2 quanto a FC foram significativamente maiores durante a patinação *in-line*, com uma alta variabilidade nos valores de FC.

A diferença nos protocolos adotados em cada estudo pode ter sido responsável pela diferença nos resultados. Foster et al.¹⁷ adotaram uma posição fixa de angulação de joelho durante os testes, com um protocolo com cargas submáximas e máximas com velocidades fixas e duração de 4 minutos; Snyder et al.²⁷ adotaram cargas relativas ao VO_{2max} ; Martinez et al.²¹ adotaram cargas incrementais descontínuas até a exaustão, e Krieg et al.⁶ adotaram um protocolo incremental de esforço contínuo com duração de 3 minutos em cada carga. A falta de protocolos válidos para se avaliar as respostas máximas e submáximas na patinação pode ter causado a divergência entre os resultados.

As possíveis respostas às diferenças encontradas no teste em ciclo ergômetro são a redução da quantidade de ativação muscular durante o ciclismo comparado a patinação¹⁷. Por isso, os resultados encontrados nos estudos de Foster et al.¹⁷ e Krieg et al.⁶ nos levam a crer que a utilização de testes em ciclo ergômetro para caracterizar a aptidão aeróbia de patinadores *in-line* de alto nível ou para a prescrição de treinos não parece apropriado. Todavia, o ciclismo pode ser praticado pelos patinadores como um ótimo treino complementar, por provocar adaptações fisiológicas semelhantes às que ocorrem durante a patinação.

Patinação *in-line* versus corrida

Semelhante ao ciclismo foram encontrados resultados divergentes entre os estudos que compararam a patinação *in-line* e a corrida. Durante a patinação *in-line* observou-se uma diminuição no VO_2 ^{21,24,27}, aumento na $[Lac]$ ^{21,24}, diminuição na FC ^{21,30} e no TE ²¹, aumento na FC ²⁷ e gasto calórico semelhante³⁰. A divergência entre os valores de FC entre os estudos de Martinez et al.²¹ e Snyder et al.²⁷ pode estar atribuída ao protocolo adotado em cada estudo (3 testes descontínuos até a exaustão e de 3-6 testes submáximos com cargas entre 30-60% do VO_{2max} , respectivamente). Não foi possível obter maiores detalhes sobre os protocolos, pois ambos os artigos ficaram restritos apenas a leitura dos resumos.

Um aumento similar do VO_{2max} e TE entre corredores ($9,3 \pm 1,3\%$ e $14,9 \pm 2,5\%$, respectivamente, no teste de corrida em esteira) e patinadores *in-line* ativos ($6,6 \pm 1,0\%$ e $9,1 \pm 3,4\%$ no teste de corrida em esteira e $8,6 \pm 1,8\%$ e $7,9 \pm 2,9\%$ no teste de patinação em esteira) foi encontrado por Melanson, Freedson e Jungbluth⁹, após 9 semanas de treino para diferentes grupos em cada modalidade, com volume de 3 dias por semana, 20-40 min por sessão, 80-90% FC_{max} , incluindo treino contínuo e intervalado. Os autores concluem que, para indivíduos ativos, melhoras similares no VO_{2max} são alcançadas com programas tanto de corrida quanto de patinação que tenham volume e intensidade de treino equivalentes. Com objetivos similares, porém sem intervenção de treinamento, Wallick et al.³⁰, apesar das diferenças entre FC e VO_2 , encontraram cargas metabólicas similares (inclinação da curva e intercepção no eixo y entre a relação FC/VO_2) para a mesma FC em ambas as modalidades em sujeitos ativos.

Com relação às vibrações transmitidas para diferentes regiões corporais, os estudos mostram que tanto a frequência quanto a amplitude das vibrações, medidas por meio de acelerômetros, são cerca de 50% menores durante a patinação *in-line* em comparação à corrida²⁰. Ocorre um aumento da aceleração de acordo com o aumento da velocidade de patinação¹⁹ e o índice de atenuação da aceleração da tibia até a cabeça ocorre nas mesmas proporções entre as modalidades (entre 73-75%).

Por outro lado, outros estudos elucidam efeitos adversos advindos das forças e vibrações geradas durante a patinação *in-line*. Após uma sessão de patinação de 30 minutos, Thompson e Bélanger²⁹ encontraram uma inibição de 30% do reflexo de Hoffman, representado pela resposta elétrica do músculo sóleo ao estímulo elétrico na fossa poplíteia, além de uma queda de 10% na CVM dos músculos flexores plantares uma redução de 50% da propriocepção do tornozelo dos sujeitos após a patinação. Outros autores encontraram valores de força de 2 vezes o peso corporal nas 2 primeiras rodas dos patins durante curvas²³, e que as forças de pressão plantar aumentam e as forças de impulso diminuem com o aumento da velocidade¹⁶.

A partir dos resultados dos estudos, pode-se concluir que, mesmo sendo a patinação *in-line* um modo efetivo de exercício aeróbio, as adaptações ao treinamento para a patinação *in-line* na concentração de 4 mmol.l^{-1} de lactato pode não ser tão pronunciada quanto na corrida. Por isso, a fim de se obter medidas fidedignas que correspondam com a performance de patinadores *in-line*, deve-se realizar avaliações em testes específicos que reproduzam a demanda fisiológica dessa modalidade e não utilizar testes de corrida ou ciclismo para tal.

Como mostram os estudos, devido às menores cargas de impacto geradas durante o contato de cada pé no solo, a patinação *in-line* é uma modalidade de exercício que pode ser utilizada para aqueles que desejam reduzir os impactos durante os treinos aeróbicos. Optar pela prática da patinação *in-line* evita o acometimento de diversas lesões e degeneração articular causadas pelas cargas

de impacto. Contudo, sabe-se que determinada intensidade de carga de impacto é necessária para o remodelamento ósseo³³.

Por isso, a prática da patinação *in-line* deve ser complementada por atividades complementares que envolvam algum tipo de impacto ou cargas nas inserções ósseas, como por exemplo, corrida ou musculação. Além disso, deve ser enfatizada a execução correta da técnica e a utilização de rodas adequadas para cada condição de pista, a fim de absorver corretamente as vibrações geradas durante a patinação.

Posicionamento corporal na patinação *in-line*

Na patinação de velocidade *in-line*, os estudos mostram que a postura corporal grupada e a posição de flexão constante do joelho interferem no fluxo de sangue para os músculos da perna e do quadril^{17,24}, diminuindo o VO_{2max} ²⁴, o VO_2 , a FC, o volume sistólico (VS), e o DC¹⁷ e aumentando a [Lac]^{17,24} e a desaturação de O_2 do músculo vasto lateral¹⁷. De acordo com Foster et al.¹⁷ e Rundell²⁴, estas alterações ocorrem devido a uma restrição do fluxo sanguíneo sobre os membros inferiores, atribuída as altas forças intramusculares e ao longo ciclo da passada.

A partir desses resultados, pode-se inferir que somente uma alta VO_{2max} não garante sucesso na patinação de velocidade *in-line*, visto que a postura adotada e a flexão constante do joelho interferem no fluxo de sangue para os músculos dos membros inferiores, e aumenta a importância do sistema enérgico da glicólise anaeróbia. O trabalho de força específica à composição das fibras musculares e a habilidade de tolerar e remover o lactato produzido são citadas como as variáveis mais importantes durante a patinação¹⁴.

Aparentemente, os estudos mostram que ocorre uma desvantagem fisiológica ao se adotar uma posição muito baixa de patinação. Porém, outros estudos com simulações e modelagem computacional sugerem que uma diminuição de 9° no ângulo do joelho resulta em uma melhora de 1 s.volta⁻¹ na velocidade³⁴, ou seja, contrabalanceando a redução no VO_{2max} . Por isso, com o auxílio das adaptações específicas adquiridas ao longo dos anos de treinamento, cada atleta deve encontrar sua posição ideal e otimizar os fatores biomecânicos e fisiológicos de maneira individualizada, a fim de atingir uma maior vantagem técnica sem, contudo, exaurir sua capacidade fisiológica.

Efeito do vácuo na patinação *in-line*

Dois estudos procuraram investigar a eficiência do «vácuo» na patinação *in-line*. O primeiro comparou as respostas fisiológicas durante um incremental de patinação em pista, no qual 2 atletas patinaram juntos durante 6 minutos, em 2 velocidades diferentes (30 e 33 km.h⁻¹)⁶. O efeito do «vácuo» apresentou uma redução de 15% sobre VO_2 a 30 km.h⁻¹ e 14% a 33 km.h⁻¹. Estes resultados concordam com os encontrados no segundo estudo, por Millet et al.²² que, além da investigação em diferentes velocidades (19,8 e 25,2 km.h⁻¹), investigaram o efeito do «vácuo» em 2 distâncias de separação entre os patinadores (0,7 e 1,36 metros). O gasto energético dos patinadores foi reduzido em todas as condições de vácuo, porém, foi significativamente maior na menor velocidade, e não houve diferenças entre as condições de distância.

Os resultados de ambos os estudos mostram que o efeito do «vácuo» em reduzir o gasto metabólico é diminuído, provavelmente devido à dificuldade técnica em manter o sincronismo e uma posição aerodinâmica em altas velocidades. Estes efeitos são mais pronunciados durante as curvas^{6,22}. Por isso, a técnica de «vácuo» deve ser enfatizada durante os treinos, principalmente para patinadores iniciantes, em altas velocidades e em curvas.

Efeito e controle do treinamento

Dois estudos incluídos na revisão investigaram os efeitos⁸⁻⁹ e um estudo investigou mecanismos de controle do treinamento na patinação *in-line*⁷. Giorgi⁷ utilizou somente o monitoramento da FC para estimar as cargas de treino em patinadores de alto nível, durante um programa de treinamento de 4 anos, com 6 patinadores com idade entre 14-16 anos, no início do período de treinamento. O programa consistiu em 4-7 sessões de treino de 90-150 min por semana. Durante o período competitivo os principais objetivos do treino foram VO_{2max} e força, e nos demais períodos um programa padrão de treinamento foi realizado. Em todas as sessões de treinamento a FC foi registrada e a potência muscular foi calculada a cada mês por meio do *step test* (sobe e desce) com cadência constante. A relação entre FC e potência (W) foi utilizada para estimar o trabalho total realizado em cada sessão de treino. Foi encontrada uma correlação significativa (> 0,9) entre a FC e a W estimada durante os treinos, o que sugere que a FC pode ser utilizada para ter uma estimativa geral das cargas de treino e auxiliar os treinadores a investigar os efeitos reais do treinamento na patinação *in-line*.

Para investigar os efeitos do treinamento, Platen e Schaar⁸ desenvolveram um modelo de programa de orientação individualizada de treinamento para patinadores *in-line*, com duração de 111 dias e sem maiores informações sobre o volume e intensidades do treinamento, objetivando melhorar suas condições físicas, capacidade de *endurance* e prevenir a ocorrência de lesões. Foi realizada uma avaliação pré e pós-intervenção, por meio de um teste incremental que iniciou a 10 km.h⁻¹, com incrementos de 3 km.h⁻¹ a cada 5-6 minutos, com coletas de lactato sanguíneo em cada estágio. Os resultados mostraram uma melhoria da capacidade de *endurance* (aumento da velocidade correspondente à [Lac] de 4 mmol.l⁻¹ de 19,3 para 20,5 km.h⁻¹) e melhora do perfil lipídico dos participantes. Além disso, a técnica de patinação e de frenagem foi otimizada, reduzindo o acometimento de lesões.

Melanson, Freedson e Jungbluth⁹ também identificaram melhorias no condicionamento cardiorrespiratório, causadas por treinos de patinação *in-line*, com volume de 3 dias por semana, 20-40 minutos por sessão, a 80-90% da FC_{max} , incluindo treinos contínuos e intervalados. Após 9 semanas, por meio de um protocolo incremental em esteira com estágios de 2 minutos, que iniciava em 2% de inclinação com incrementos de 2%, os autores observaram aumentos significativos no VO_{2max} e no tempo de exercício nos patinadores (8,6 ± 1,8% e 7,9 ± 2,9% respectivamente), na mesma proporção da melhora ocorrida com um grupo de corredores que seguiram um volume e intensidade de treino equivalente.

Ambos os modelos de treinamento utilizados nos estudos de Platen e Schaar⁸ e Melanson, Freedson e Jungbluth⁹ demonstraram melhorias significativas da performance em patinadores não treinados, e sugerem que estes programas em grande escala auxiliam na prevenção de lesões e doenças e providenciam a saúde e o bem estar, além de serem bem aceitos pela população. Confirmando estes pressupostos, de acordo com Wallick et al.³⁰, a intensidade de treino na patinação *in-line* entre 17,2-30 km.h⁻¹ corresponde a 60-70% do VO_{2max} ou 75-90% da FC_{max} e gasto calórico de 9,5-19 kcal.min⁻¹³⁰, e estão dentro das recomendações da ACSM.

Porém, a comparação entre os resultados dos estudos fica comprometida devido à divergência entre os protocolos de avaliação utilizados, bem como a falta da utilização de um protocolo específico, validado para tal. No estudo de Giorgi⁷, a utilização do *step-test* para as estimativas de potência muscular, baseada na FC, torna-se um método muito subjetivo e duvidoso, pois não corresponde com a especificidade do movimento de patinação e não estima diretamente os índices desejados. Por isso, este método deve ser utilizado com cautela quando o objetivo é estimar as cargas de treinos e não deve ser utilizado para a prescrição, controle ou investigação das

adaptações específicas causadas pelo treinamento em patinadores *in-line*.

Avaliação da performance na patinação *in-line*

Dos estudos encontrados na literatura, os únicos que objetivaram investigar a validade de testes para avaliação da performance de patinadores *in-line* foram os de Droguetti et al.¹⁵ e Zapata³¹.

Droguetti et al.¹⁵ aplicaram o protocolo de Conconi et al.³⁵ adaptado, determinaram a relação entre a velocidade e a FC em diferentes modalidades, incluindo patinação *in-line*. Foi observada uma relação linear no aumento da velocidade e da FC até uma determinada velocidade submáxima, correspondente ao ponto de deflexão da FC (PDFC), a partir da qual o aumento na intensidade excedeu o aumento na FC. Os autores investigaram ainda a [Lac] em 2 patinadores, durante patinação em velocidades constantes (3 velocidades abaixo e 3 acima da velocidade correspondente ao PDFC), sustentadas por uma distância de 2.000 m, com coleta de sangue venoso ao final do teste e 5 minutos após. Os resultados mostraram que o limiar anaeróbio (LAN) coincidiu com a velocidade correspondente ao PDFC.

Zapata³¹ objetivou verificar a validade de um protocolo incremental máximo e intervalado, em pista, para avaliar a capacidade aeróbia de patinadores *in-line*. O LAN foi determinado de forma indireta, por meio do limiar ventilatório (LV), do PDFC e da VM atingida, utilizando o método contínuo de Conconi et al.³⁵ e o método intervalado de Probst³⁶. O protocolo foi aplicado em 30 patinadores e teve início a uma velocidade de 24 km.h⁻¹, com incrementos de 0,8 km/h⁻¹ a cada 4 voltas completas na pista (800 m), e uma pausa de 45 s entre cada incremento. O tempo médio de duração do teste foi de 44,18 minutos, percorrendo uma distância de aproximadamente 14 km. O VO_{2max} médio do grupo foi 55,52 ± 1,2 ml.kg⁻¹.min⁻¹, a FC_{max} 194,86 ± 0,99 bpm e a VM de 34,31 ± 0,31 km.h⁻¹. Pelo método LV e PDFC, a FC no limiar foi de 178,77 ± 1,12 e 177,54 ± 1,08 bpm, respectivamente, e a velocidade no limiar (Vel) foi de 30,43 ± 0,27 e 29,91 ± 0,3 km.h⁻¹. Houve uma correlação entre os valores de LAN determinados pelo LV e PDFC, tanto pela FC (r = 0,91) quanto pela Vel (r = 89). A FC e a Vel no LV corresponderam a 91,91 ± 0,46 e 88,76 ± 0,4%, enquanto no PDFC corresponderam a 91,12 ± 0,43 e 87,18 ± 0,42%, respectivamente.

Apesar das evidências dos protocolos propostos serem válidos para determinar indiretamente o LAN dos patinadores *in-line*, o estudo de por Droguetti et al.¹⁵ não teve um número representativo de sujeitos e ambos não seguiram os procedimentos necessários para análise de reprodutibilidade e posterior validação concorrente, com a determinação direta do LAN. Os testes realizados em pista podem ser considerados mais fidedignos à situação real, já que respeitam ao máximo o princípio da especificidade. Porém, em laboratório é possível ter o controle necessário para se obter medidas diretas das respostas fisiológicas durante a patinação e avaliar a influência de variáveis isoladas sobre a performance².

Considerações finais

Mesmo com a crescente popularidade e do grande número de competições existentes, poucas investigações têm sido conduzidas com patinação de velocidade *in-line*. A maioria dos estudos procurou relacionar a patinação *in-line* com a patinação e esqui no gelo, por se tratar de uma modalidade alternativa de treino para os atletas fora da estação, ou comparou as respostas fisiológicas obtidas em protocolos de corrida ou cicloergômetro.

Os estudos encontrados mostram resultados divergentes, o que aponta para a necessidade de maiores investigações controlada e com testes que sejam específicos para avaliação de patinadores,

visto que a utilização de outros modos de exercício não traz resultados confiáveis. Apenas 2 estudos buscaram validar um protocolo específico para determinar a aptidão aeróbia de patinadores de velocidade *in-line*. No entanto, estes estudos mostram uma metodologia inconsistente e não condizente com o processo de validação de testes.

Poucos estudos investigaram simultaneamente os aspectos fisiológicos e biomecânicos da performance na patinação de velocidade *in-line*, talvez devido à complexidade em realizar as coletas de dados em campo. Este tipo de investigação é fundamental para avaliação da performance e deve ser melhor explorada em estudos futuros. A pouca quantidade de estudos encontrados, bem como a diversidade das variáveis mensuradas e do tipo amostral limitou a utilização de escalas pré-definidas e validadas para a avaliação da qualidade metodológica dos artigos, bem como a realização da meta-análise dos resultados, para estabelecer evidências mais consistentes.

No geral os resultados apontam a patinação *in-line* como sendo de alta intensidade em termos de demanda energética e de alto nível de complexidade em termos de movimento. Por isso, a patinação pode ser utilizada tanto para âmbitos recreacionais, para promoção da saúde, lazer e desenvolvimento de habilidades motoras, quanto para o treinamento esportivo, como opção alternativa para atletas de modalidades de endurance como triathlon. Necessita-se também a elaboração de testes específicos para avaliação da performance, prescrição e controle do treinamento na patinação de velocidade, a fim de contribuir para o crescimento e profissionalização dessa modalidade.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Referências

1. Publow B, editor. *Speed on Skates: a complete technique, training, and racing guide for in-line and ice skaters*. Human Kinetics: Windsor; 1999.
2. Foster C, DeKoning JJ, Rundell KW, Snyder AC. Physiology of Speed Skating. In: William EG, Kirkendall DT, editors. *Exercise and Sport Science*. 1st ed. Massachusetts: Lippincott Williams & Wilkins; 2000. p. 885-95.
3. Koning JJDE, Schenau GJVI. Biomechanics in sport performance enhancement and injury prevention. In: Zatsiorsky V, editor. *Performance-Determining Factors in Speed Skating*. Oxford: Blackwell Publishing; 2000. p. 232-45.
4. Bentley DJ, Newell J, Bishop D. Incremental exercise test design and analysis. *Sports Med*. 2007;37(7):575-86.
5. Beneke R. Dependence of the maximal lactate steady state on the motor pattern of exercise. *Br J Sports Med*. 2001;35(3):192-6.
6. Krieg A, Meyer T, Clas S, Kindermann W. Characteristics of inline speedskating - Incremental tests and effect of drafting. *Int J Sports Med*. 2006;27(10):818-23.
7. Giorgi C. Evaluation of roller skating training loads using heart rate. In: Sanders RH, Gibson BJ, editors. *ISBS 1999. 17 Proceedings of the 17th International Symposium on Biomechanics in Sports*; 1999 Jun 30-Jul 6; Perth, Australia. 1999.
8. Platen P, Schaar B. How to carry out a health-orientated marathon training programme for running and inline skating. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 2003;10(4):304-12.
9. Melanson EL, Freedson PS, Jungbluth S. Changes in VO_{2max} and maximal treadmill time after 9 wk of running or in-line skate training. *Med Sci Sports Exerc*. 1996;28(11):1422-6.
10. Allinger TL, van den Bogert AJ. Skating technique for the straights, based on the optimization of a simulation model. *Med Sci Sports Exerc*. 1997;29(2):279-86.
11. Baum K, Hoy S, Fischer F, Leyk D, Schmidt O, Eßfeld D. Comparison between the physiological response to roller skiing and in-line skating in biathletes. *Med Sci Sports Exerc*. 1999;31(4):595-8.
12. Carroll TR, Bacharach D, Kelly J, Rudrud E, Karns P. Metabolic cost of ice and in-line skating in Division I collegiate ice hockey players. *Can J Appl Physiol*. 1993;18(3):255-62.
13. Cartwright SA. *The effect of surface, wheel, and bearing type on the physiological response of in-line skating [dissertation]*. Montreal, Quebec: Faculty of Education McGill University; 1994.
14. De Boer RW, Vos E, Hutter W, de Groot G, van Ingen Schenau GJ. Physiological and biomechanical comparison of roller skating and speed skating on ice. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1987;56(5):562-9.
15. Droghetti P, Borsetto C, Casoni I, Cellini M, Ferrari M, Paolini AR, et al. Non-invasive determination of the anaerobic threshold in canoeing, cross-country

- skiing, cycling, roller and iceskating, rowing, and walking. *Eur J Appl Physiol.* 1985;53:299–303.
16. Eils E, Kupelwieser C. Pressure distribution in inline skating straights with different speeds. In: Riehle HJ, Vieten MM, editors. *ISBS 1998. Proceedings of the 16th International Symposium on Biomechanics in Sports*; 1998 Jul 21–25 Konstanz, Germany. 1998.
 17. Foster C, Rundell KW, Snyder AC, Stray-Gundersen J, Kemkers G, Thometz N, et al. Evidence for restricted muscle blood flow during speed skating. *Med Sci Sports Exerc.* 1999;31(10):1433–40.
 18. Hoffman MD, Jones GM, Bota B, Mandli M, Clifford PS. In-line skating: Physiological responses and comparison with roller skiing. *Int J Sports Med.* 1992;13(2):137–44.
 19. Jerosch J, Heidjahn J, Thorwesten L. Joint-load in inline-skating – A biomechanical study. *Sportverletzung Sportschaden.* 1998;12(2):47–53.
 20. Mahar AT, Derrick TR, Hamill J, Caldwell GE. Impact shock and attenuation during in-line skating. *Med Sci Sports Exerc.* 1997;29(8):1069–75.
 21. Martinez ML, Modrego A, Ibanez Santos J, Grijalba A, Santesteban MD, Gorostiaga EM. Physiological comparison of roller skating, treadmill running and ergometer cycling. *Int J Sports Med.* 1993;14(2):72–7.
 22. Millet GP, Geslan R, Ferrier R, Candau R, Varray A. Effects of drafting on energy expenditure in in-line skating. *J Sports Med Phys Fitness.* 2003;43(3):285–90.
 23. Petroni N. Acquisition and analysis of ground reaction forces and foot orientation on in-line skates during track speed skating. *J Biomech.* 2007;40 Suppl 398:S2.
 24. Rundell KW. Compromised oxygen uptake in speed skaters during treadmill in-line skating. *Med Sci Sports Exerc.* 1996;28(1):120–7.
 25. Schindelwig K, Bichteler F, Faulhaber M, Nachbauer W. Comparison of inline skates regarding plantar pressure and oxygen uptake. *ICMSH. In: Proceedings of the 3rd International Congress of Mountain, Sport & Health.* 2009.
 26. Shiratori T, Latash M. The roles of proximal and distal muscles in anticipatory postural adjustments under asymmetrical perturbations and during standing on rollerskates. *Clin Neurophysiol.* 2000;111(4):613–23.
 27. Snyder AC, O'Hagan KP, Clifford PS, Hoffman MD, Foster C. Exercise responses to in-line skating: Comparisons to running and cycling. *Int J Sports Med.* 1993;14(1):38–42.
 28. Stoggl T, Muller E, Lindinger S. Biomechanical comparison of the double-push technique and the conventional skate skiing technique in cross-country sprint skiing. *J Sports Sci.* 2008;26(11):1225–33.
 29. Thompson C, Bélanger M. Effects of vibration in inline skating on the Hoffmann reflex, force, and proprioception. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34(12):2037–44.
 30. Wallick ME, Porcari JP, Wallick SB, Berg KM, Brice GA, Arimond GR. Physiological responses to in-line skating compared to treadmill running. *Med Sci Sports Exerc.* 1995;27(2):242–8.
 31. Zapata MREL. Evaluación de la calidad aeróbica del patinador de velocidad sobre ruedas, por medio un test específico de campo. *Spagatta Magazine.* 2009. [consultado 31 Jul 2007]. Disponible em: http://www.spagatta.com/pdf/articulos/med/evaluacion_calidad_aerobica.pdf
 32. Zeglinksi CM, Swanson SC, Self BP, Greenwald RM. Muscle activity in the slalom turn of alpine skiing and in-line skating. *Int J Sports Med.* 1998;19(7):447–54.
 33. Nigg BM, Cole GK, Bruggerman GP. Impact forces during heel-toe running. *J Appl Biomech.* 1995;11:407–32.
 34. DeKoning JJ, DeBoer RW, DeGroot G, van Ingen Schenau GJ. Push off force in speed skating. *Int J Sport Biomech.* 1987;3:103–9.
 35. Conconi F, Ferrari M, Ziglio PG, Droghetti P, Codeca L. Determination of the Anaerobic threshold by a noninvasive field test in runners. *J Appl Physiol.* 1982;152(4):869–73.
 36. Probst H. Test par intervalles pour foorballeurs. *Rev Macolin.* 1989;5:7–9.