





EFEITO DOS DETERMINANTES DE DESEMPENHO NA DIFERENÇA FINAL DE GOLS DA NHL

EFFECT OF PERFORMANCE DETERMINANTS ON NHL FINAL GOAL DIFFERENCE

IMPACTO DE LOS DETERMINANTES DE DESEMPEÑO EN LA DIFERENCIA FINAL DE GOLES EN LA NHL

ARTIGO ORIGINAL
ORIGINAL ARTICLE
ARTÍCULO ORIGINAL

Jiale Wu¹ 
(Profissional de Educação Física)
Yanfei Shen¹ 
(Profissional de Educação Física)
Dexing Qian¹ 
(Profissional de Educação Física)
Yixiong Cui^{1,2} 
(Profissional de Educação Física)

1. Beijing Sport University, Escola de Engenharia Esportiva, Beijing, China.

2. Beijing Sport University, Escola de Engenharia Esportiva, Laboratório de Engenharia Esportiva de IA, Beijing, China.

Correspondência:

Yixiong Cui
Beijing Sport University, Escola de Engenharia Esportiva.
Road 48, Haidian District, Beijing, China. 100084.
cuiyixiong@bsu.edu.cn

RESUMO

Introdução: Nos jogos de hóquei no gelo, o desempenho da equipe é influenciado por vários fatores contextuais, e entender os estilos de jogo permite revelar como os principais indicadores de desempenho variam em diferentes situações. **Objetivo:** Esta pesquisa tem como objetivo explorar os estilos de jogo das equipes de hóquei no gelo de elite e identificar aspectos-chave de desempenho em diferentes estilos de jogo e a diferença do resultado final. **Métodos:** O desempenho de partida de 31 equipes da National Hockey League durante 1271 partidas foi analisado e comparado, considerando o estilo de jogo e a diferença de gol final. **Resultados:** A análise de componentes principais retornou 8 componentes de desempenho, descrevendo os estilos técnico-táticos das equipes. A análise subsequente revelou que houve diferença significativa entre três resultados de jogo em estado desfavorável, penalidades principais, habilidade de manter a posse do disco, habilidade de defender o lance e desempenho agressivo ($p < 0,001$; = 0,007-0,273). **Conclusão:** As equipes de classificação mais alta que venceram os jogos em desequilíbrio numérico de jogadores apresentaram melhor desempenho na habilidade de defender o lance e no desempenho agressivo. As equipes de classificação mais baixa, que perderam em jogos desequilibrados, mantiveram menos posse do disco e tiveram maior probabilidade de ficar com um jogador a menos ($p < 0,05$, ES = 0,131-1,410). O estudo demonstra como os estilos de jogo podem ser usados para contextualizar os principais determinantes dos jogos de hóquei no gelo. **Nível de Evidência I; Estudos Terapêuticos Investigação dos Resultados do Tratamento.**

Descritores: Atletas; Hóquei; Desempenho Atlético; Análise de Componente Principal.

ABSTRACT

Introduction: In ice hockey games, the team's performance is influenced by many contextual factors, and understanding playing styles allows to reveal how key performance indicators vary under different situations. **Objective:** This research aims to explore the playing styles of elite ice-hockey teams and to identify key performance aspects under different final goal difference situations. **Methods:** This article analyzed compared the match performance of 31 National Hockey League teams during 1271 matches considering their playing styles and final goal difference. **Results:** The principal component analysis obtained 8 performance components describing the technical-tactical styles of the teams. The subsequent analysis found that there was significant difference between three match outcomes in unfavorable state, major penalties, puck possession maintaining ability, shot defending ability, aggressive performance ($p < 0,001$; = 0,007-0,273). **Conclusions:** Higher-ranked teams winning the unbalanced games showed better performance in shot defending ability and aggressive performance. Lower-ranked teams losing in unbalanced games kept less possession of the puck and were more likely to be shorthanded ($p < 0,05$, ES=0.131-1.410). The study demonstrates how playing styles can be used to contextualize key determinants from ice hockey games. **Level of evidence I; Therapeutic Studies Investigating the Results of Treatment.**

Keywords: Athletes; Hockey; Athletic Performance; Principal Component Analysis.

RESUMEN

Introducción: En los juegos de hockey sobre hielo, el rendimiento del equipo está influenciado por varios factores contextuales, y comprender los estilos de juego permite revelar cómo varían los indicadores clave de rendimiento en diferentes situaciones. **Objetivo:** Esta investigación tiene como objetivo explorar los estilos de juego de los equipos de hockey sobre hielo de élite e identificar aspectos clave del rendimiento en diferentes situaciones de diferencia de gol final. **Métodos:** El rendimiento del partido de 31 equipos de la Liga Nacional de Hockey durante 1271 partidos fue analizado y comparado, considerando el estilo de juego y la diferencia de gol final. **Resultados:** El análisis de componentes principales obtuvo 8 componentes de rendimiento que describen los estilos técnico-táticos de los equipos. El análisis posterior encontró que hubo una diferencia significativa entre tres resultados de partido en estado desfavorable, penalizaciones principales, habilidad para mantener la posesión del disco, habilidad para defender el tiro, desempeño agresivo ($p < 0,001$; = 0,007-0,273). **Conclusión:** Los equipos de clasificación más alta que ganaron los juegos desequilibrados mostraron un mejor rendimiento en la capacidad de defensa de disparos y en el rendimiento agresivo. Los equipos de clasificación más baja que perdieron en juegos desequilibrados mantuvieron menos



Descriptor: Atletas; Hockey; Rendimiento Atlético; Análisis de Componente Principal.

DOI: http://dx.doi.org/10.1590/1517-8692202430022023_0091p

Artigo recebido em 22/02/2023 aprovado em 27/07/2023

INTRODUÇÃO

O hóquei no gelo é um dos esportes de inverno mais populares e competitivos, originário da América do Norte e amplamente praticado no norte da Europa, no Canadá e nos Estados Unidos. A partida é formada por três períodos de 20 minutos, onde duas equipes competem para marcar pontos chutando o disco no gol da equipe adversária. Esse jogo exige que os jogadores tenham uma grande variedade de habilidades, como patinação, chute, passe e controle do corpo para marcar o disco no gol do adversário.¹ Como o jogo não limita o número e o tempo de rotatividade dos jogadores, há uma regra que determina que os jogadores serão expulsos por um período na penalidade, portanto, pode haver números desiguais de ambos os lados na pista de hóquei no gelo, o que aumenta a incerteza do jogo.

Atualmente, a análise de desempenho do hóquei no gelo é dividida em patinação e chute,² características posicionais e exigências físicas,³ avaliação dos jogadores e das equipes, etc.^{4,5}

No domínio da análise de partidas, a pesquisa com foco nos resultados dos jogos mostrou que os números e as posições de chute têm um grande impacto na pontuação.^{6,7} Estudos mostraram que há diferenças significativas no número de chutes e na eficiência dos chutes, defesa, força de jogabilidade ou penalidades, confronto corporal e transporte ofensivo do disco entre as equipes vencedoras e perdedoras.⁸ Além disso, outros estudos descobriram que as habilidades do adversário, as habilidades e a agilidade do jogador também afetariam o resultado da partida.⁹ Esses estudos forneceram descobertas úteis sobre os principais

fatores de desempenho no hóquei no gelo, mas não conseguiram inspecionar o estilo de jogo das equipes quando o placar final é considerado.

Em comparação, pesquisas sobre outros esportes coletivos já avaliaram como o estilo de jogo da equipe é condicionado por diferentes fatores contextuais.¹⁰ O estudo sobre hóquei em campo comparou as diferenças de passe e interceptação entre as equipes classificadas, as equipes do meio da tabela e as equipes rebaixadas.¹¹ A pesquisa sobre o basquete profissional mostrou que as características de desempenho da equipe mudam quando enfrentam diferentes níveis de adversários.¹² Recentemente, estudos avaliaram a influência de fatores contextuais e do tempo sobre os estilos de jogo no futebol profissional e descobriram que as equipes jogam de forma mais agressiva em casa e que suas ações ofensivas aumentam à medida que a temporada avança.^{13,14} Nesse sentido, explorar o estilo de jogo a partir das estatísticas das partidas de hóquei no gelo revelaria os principais determinantes do desempenho e apoiaria melhor as decisões coletivas no ringue.

Para isso, o objetivo deste estudo foi duplo: (i) identificar os principais fatores que afetam o desempenho em partidas de hóquei no gelo sob diferentes tipos de placar final; e (ii) descrever os estilos de jogo da equipe considerando os aspectos importantes do desempenho. A hipótese era de que as equipes vencedoras superariam as perdedoras em todos os componentes de desempenho e que equipes de diferentes níveis apresentariam características heterogêneas nos principais componentes. Com base nas descobertas atuais, espera-se que as informações ajudem aos técnicos e analistas a reconsiderar os estilos de jogo das equipes e no ajuste preparatório das partidas.

Tabela 1. Análise de componentes principais matriz de componentes rodados.

Indicadores (Abreviação)	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
Tempo de jogo no gelo (PP TOI)			+0,96					
Oportunidades de potência de jogo (PP Opp)			+0,97					
Tempo no gelo em situação de perda de tempo (SH TOI)		+0,92						
Período em <i>shorthanded</i> (TS)		+0,96						
Minutos de penalização (PIM)		+0,66						
Penalidades menores (<i>Minor</i>)		+0,92						
Penalidades maiores (<i>Major</i>)				+0,94				
Confrontos diretos (FO)					+0,79			
Pênaltis marcados (<i>Pen Drawn</i>)			+0,83					
Pênaltis cobrados (<i>Pen Taken</i>)		+0,88						
Lances na Rede 5v5 (<i>Shots on Net 5v5</i>)	+0,74							
Disparos (S)	+0,72							
Porcentagem de disparos (S%)								-0,76
Hits (Hits)								+0,67
Remates bloqueados (Bks)							+0,62	
Passes (GvA)						+0,71		
Pontos (TkA)						+0,77		
Porcentagem de salvamento em 5v5 (5V5 Sv%)							+0,85	
Remates contra (SA)					+0,51			
Diferencial de tentativas de remate (SAT)	+0,94							
Porcentagem de tentativas de remate (SAT%)	+0,94							
Diferencial de tentativas de remate não bloqueadas (USAT)	+0,97							
Porcentagem de tentativas de remate não bloqueadas (USAT%)	+0,97							

Notas: F1 (oportunidade de remate), F2 (estado desfavorável), F3 (estado favorável), F4 (grandes penalidades), F5 (capacidade de recuperar a posse de disco), F6 (capacidade de manter a posse de disco), F7 (capacidade de defender remates), F8 (desempenho agressivo)

MÉTODO

Material

Os dados de 1.271 jogos da temporada regular disputados por 31 equipes da National Hockey League (NHL) durante a temporada 2018-2019 foram compilados usando relatórios oficiais de jogos disponíveis publicamente (<https://www.nhl.com/>), o que resultou em um total de 2.542 observações de equipes (cada equipe disputou 82 jogos). A classificação no final da temporada regular de cada equipe foi obtida pelo número acumulado de vitórias em todos os jogos da temporada. Os dados usados neste estudo foram provenientes de sites, disponíveis publicamente, não envolvendo experimentos clínicos em humanos ou animais, sendo isento de questões éticas.

Indicadores e procedimentos de desempenho

Depois de coletar e limpar o conjunto de dados, extraiu-se 25 indicadores de desempenho do jogo, com base em estudos anteriores^{15,16} sobre o desempenho em jogos da NHL. Foram incluídos nas seguintes categorias: relacionados a gols, vantagem numérica, pênaltis e *face-offs* (consulte a Tabela suplementar 1 para obter a definição detalhada de todos os indicadores e suas abreviações). O número usado para descrever o tempo foi convertido em um valor flutuante em minutos. Posteriormente, todos os indicadores de desempenho foram normalizados de acordo com a seguinte fórmula:

$$\text{indicador}_{\text{novo}} = \frac{\text{indicador}_{\text{original}} \times TOI \text{ (mins)}}{60} \quad (1)$$

em que $\text{indicador}_{\text{original}}$ e $\text{indicador}_{\text{novo}}$ representam o número de valores não normalizados e normalizados, respectivamente, e TOI é o tempo total de gelo do goleiro em minutos (como o tempo real de jogo pode exceder 60 minutos e os goleiros permanecem no gelo durante todo o jogo, o tempo total que os goleiros passam no gelo durante o jogo é usado como o tempo real de jogo), enquanto 60 representa o tempo total de jogo.

Análises estatísticas

Foi realizada uma análise estatística descritiva para explorar os indicadores das equipes em cada dimensão de desempenho, levando em

conta suas classificações na temporada regular: equipes com classificação mais alta (1-10), equipes com classificação intermediária (11-22) e equipes com classificação mais baixa (23-31). Todos os indicadores foram expressos usando a média e o desvio padrão.

Foi feita uma análise de agrupamento para agrupar a diferença de gols gerada por Gols a favor (GF) e Gols contra (GA) das equipes e, em seguida, a regra do cotovelo¹⁷ e o Coeficiente de Silhueta¹⁸ foram usados para selecionar o valor ideal de k para referência. Posteriormente, para extrair as semelhanças dos indicadores e descrever os estilos de jogo, a análise de componentes principais (PCA) foi usada para reduzir as dimensões das informações de dados multidimensionais, mesclando-as em novos componentes principais. A medida Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e o teste de esfericidade de Bartlett após a extração¹⁹ foram empregados para verificar a adequação da amostragem para a análise. Os indicadores de desempenho com cargas fatoriais superiores a $|0,6|$ mostraram uma forte correlação positiva ou negativa e indicaram um valor substancial para a interpretação do fator.²⁰

Depois de testar as suposições de normalidade para oito componentes usando o teste de *Kolmogorov-Smirnov*, foi executada uma análise de variância (ANOVA) unidirecional para comparar as diferenças entre as equipes dos grupos de diferença de gols em cada componente principal. O eta-quadrado parcial (η_p^2) e o d de Cohen foram usados como estatísticas de tamanho de efeito (ES) resultantes, com as magnitudes de η_p^2 sendo efeitos pequenos (0,01), moderados (0,06) e fortes (0,14), e as magnitudes do d de Cohen sendo trivial $<0,20$, pequeno $<0,60$, médio $<1,2$, grande $<2,0$.²¹

Para explorar os principais fatores de diferentes equipes, a pesquisa também multiplica os pesos de diferentes níveis de equipes em diferentes grupos de jogos com as pontuações de diferentes grupos de jogos em cada componente principal, respectivamente. Em seguida, somamos esses componentes para obter a pontuação de diferentes equipes em diferentes componentes principais. O nível de significância foi definido em $p < 0,05$. Com base nisso, foram obtidas mais informações sobre os estilos de jogo da equipe. Todas as análises foram realizadas usando o IBM SPSS 25 e Python *pandas*, *numpy*, *sklearn*.

RESULTADOS

Os resultados das estatísticas descritivas sobre as diferentes equipes estão ilustrados na Tabela Suplementar 2. A solução mais significativa

Suplementar Tabela 1(a). Indicadores relacionados usados no estudo e suas definições.

Não.	Indicadores	Abreviações	Definição
1	Metas para	GF	o total de gols marcados por uma equipe
2	Gols contra	GA	o total de gols permitidos por uma equipe
3	Tempo de força de jogo no gelo	PP TOI	o tempo no gelo que um jogador passa em situações de força de jogo, quando sua equipe tem uma vantagem de um homem sobre a equipe adversária
4	Oportunidades de força de jogo	PP Opp	número de chances que uma equipe tem de marcar na força de jogo
5	Tempo no gelo com menos integrantes	SH TOI	o tempo no gelo que um jogador passa em situações de <i>shorthanded</i> , ou de eliminação de pênaltis
6	Tempos de <i>shorthanded</i>	TS	número de chances que o adversário de uma equipe tem de marcar no <i>power play</i>
7	Minutos de pênalti	PIM	um total de todos os minutos de pênalti
8	Penalidades menores	Minor	uma penalidade mais severa, na qual o jogador infrator é penalizado por 5 minutos
9	Penalidades maiores	Major	uma penalidade em que o jogador infrator é enviado para a caixa de pênaltis por 2 minutos
10	Confrontos	FO	número de empates em face-off realizados pelo jogador
11	Pênaltis marcados	<i>Pen Drawn</i>	número de pênaltis cobrados pelo jogador
12	Pênaltis cobrados	Pen Taken	número de pênaltis cobrados pelo jogador
13	Chutes na rede 5v5	Shots on Net 5v5	o número de chutes a gol dados por um jogador ou equipe quando ambos os lados têm 5 jogadores no gelo
14	Tiros	S	o número de chutes a gol dados por um jogador ou equipe
15	Percentual de arremessos	S%	a porcentagem de chutes a gol (de um time ou jogador) que vão para a rede, calculada como gols divididos por chutes

Observação: O n.º 1 e o n.º 2 são utilizados para agrupamento e os restantes são utilizados para PCA.

do agrupamento *k-means* resultou na geração de três *clusters* de acordo com o método do cotovelo (quando $k=3$, a soma do quadrado dentro do *cluster* é 2488,48). Os três centros de *cluster* foram 3,08, -3,13 e -0,01, e seu coeficiente *Silhouette* foi de 0,602. O estudo classificou os jogos com uma diferença de gols positiva de $2,31 \pm 1,31$ como partida vencedora desequilibrada; os jogos com diferença de gols de $-1,10 \pm 0,72$ como partida equilibrada; e os jogos com diferença de gols de $-3,64 \pm 0,88$ como partida perdedora desequilibrada. Na ordem das classificações da temporada regular, a proporção de todos os jogos de cada equipe em diferentes grupos é ilustrada na Figura 1.

Após confirmar que não havia correlação linear entre os indicadores, foi realizada uma análise de componentes principais, obtendo-se um valor KMO de 0,686 e uma taxa de contribuição cumulativa de 81,94%. Os oito componentes principais, com base na contribuição de cada variável para o componente principal, com valores próprios (λ_0) maiores que um foram rotulados da seguinte forma: chance de tiro (F1: $\lambda_0=5,76$, Variância%=25,05, Variância cumulativa%=25,05), estado desfavorável (F2: 4,68; 20,35; 45,40), estado favorável (F3: 2,18; 9,50; 54,90), penalidades maiores (F4: 1,43; 6,22; 61,12), capacidade de recuperar a posse do disco (F5: 1,40; 6,08; 67,20), capacidade de manter a posse do disco (F6: 1,26;

5,47; 72,66), capacidade de defender chutes (F7: 1,09; 4,74; 77,40), desempenho agressivo (F8: 1,04; 4,53; 81,94). A Tabela 2 mostra a matriz de componentes rotacionados dos 8 componentes. Pontuações mais baixas em F2, F4 e F8 representam melhor desempenho nesses componentes.

O resultado da ANOVA unidirecional mostra diferenças significativas ($p < 0,05$) em cinco componentes principais: estado desfavorável ($F=8,35$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,01$), penalidades graves ($F=9,70$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,01$), capacidade de manter a posse do disco ($F=23,86$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,02$), capacidade de defender chutes ($F=333,17$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,21$), desempenho agressivo ($F=475,17$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,27$). Todos os resultados foram aprovados pelo método Bonferroni para o teste *post-hoc*.

Os resultados das comparações múltiplas entre grupos usando o *d* de Cohen como tamanho do efeito são relatados na Figura 2, que ilustrou intuitivamente a força do efeito entre o estado desfavorável ($ES = 0,13$; $IC95\% = [0,03, 0,24]$; $ES = 0,22$, $IC95\% = [0,11; 0,33]$), penalidades graves ($ES = 0,22$; $IC95\% = [0,11; 0,34]$; $ES = 0,15$; $IC95\% = [0,06; 0,24]$), capacidade de manter a posse do disco ($ES = 0,35$; $IC95\% = [0,25; 0,46]$; $ES = 0,16$; $IC95\% = [0,05; 0,27]$; $ES = 0,19$; $IC95\% = [0,10; 0,28]$), capacidade de defesa de chutes ($ES = 1,25$; $IC95\% = [1,13; 1,36]$; $ES = 0,47$; $IC95\% = [0,36; 0,58]$; $ES = 0,80$; $IC95\% = [0,71; 0,89]$) e desempenho agressivo ($ES = 1,41$;

Suplementar Tabela 1(b). Indicadores relacionados usados no estudo e suas definições.

Não.	Indicadores	Abreviações	Definição
16	Acertos	Hits	o número de <i>body checks</i> dados por um jogador no portador do disco da equipe adversária
17	Chutes bloqueados	BkS	ocorre quando a tentativa de chute de um oponente é bloqueada por um patinador, com seu bastão ou corpo
18	Passes	GvA	uma forma de rotatividade em que o jogador comete um erro não forçado que resulta na entrega do disco ao adversário
19	Pontos	TkA	uma forma de rotatividade em que o jogador pega o disco do adversário, em vez de ganhar a posse por meio de um erro do adversário
20	5v5 Porcentagem de salvamento	5V5 Sv%	a porcentagem de chutes a gol que um goleiro impede que entrem na rede de seu time quando ambos os lados têm 5 jogadores
21	Chutes contra	SA	o número de chutes a gol contra um goleiro ou uma equipe
22	Diferencial de tentativas de chutes	SAT	também conhecido como Corsi, é uma estatística <i>plus-minus</i> que mede tentativas de chutes em vez de gols
23	Percentual de tentativas de chute	SAT%	a porcentagem de tentativas de chutes que a equipe faz em relação ao total de tentativas de chutes
24	Diferencial de tentativas de chutes não bloqueados	USAT	também conhecido como Fenwick, é uma estatística <i>plus-minus</i> que mede tentativas de chutes não bloqueados em vez de gols
25	Percentual de tentativas de chutes sem bloqueio	USAT%	a porcentagem de tentativas de chutes não bloqueados que a equipe aproveita do total de tentativas de chutes não bloqueados

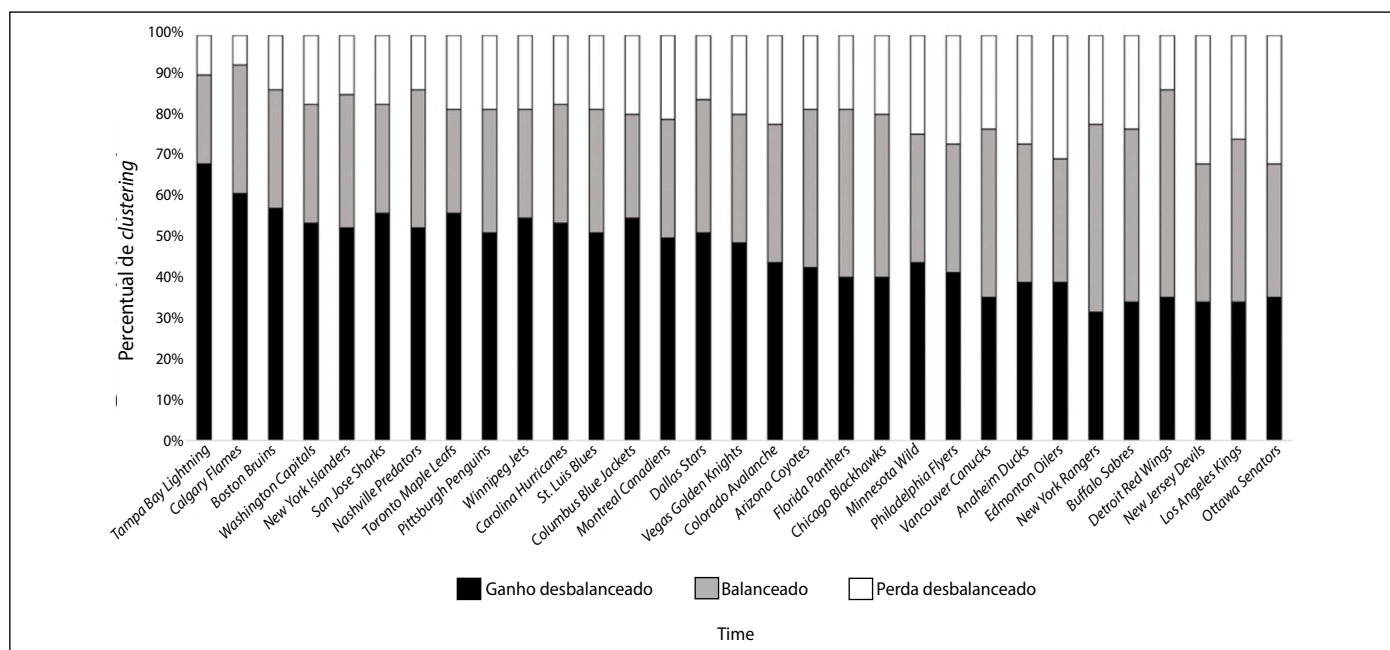


Figura 1. Gráfico de colunas empilhadas da porcentagem da categoria de cada equipe (ordenada da esquerda para a direita por classificação do período).

Tabela 2. Estatísticas descritivas de três tipos de variáveis de equipe.

Indicadores (abreviação)	Equipe melhor classificada	Equipe com classificação intermediária	Equipe com classificação inferior
	Média (DP)	Média (DP)	Média (DP)
Tempo de jogo no gelo (PP TOI)	4,9 (2,5)	5,0 (2,5)	4,7 (2,5)
Oportunidades de jogo potente (PP Opp)	3,0 (1,5)	3,0 (1,4)	2,8 (1,4)
Tempo no gelo em situação de perda de tempo (SH TOI)	4,9 (2,5)	4,8 (2,4)	5,0 (2,5)
Período em shorthanded (TS)	2,9 (1,4)	2,9 (1,4)	3,0 (1,4)
Minutos de penalização (PIM)	8,6 (6,8)	7,7 (4,9)	8,7 (6,0)
Penalidades menores (<i>Minor</i>)	3,2 (1,6)	3,1 (1,5)	3,2 (1,6)
Penalidades maiores (<i>Major</i>)	0,20 (0,5)	0,2 (0,4)	0,20 (0,5)
Face-offs (FO)	58,56 (7,5)	59,6 (7,2)	58,7 (7,7)
Pênaltis marcados (<i>Pen Drawn</i>)	3,7 (1,9)	3,5 (1,8)	3,5 (1,8)
Pênaltis cobrados (<i>Pen Taken</i>)	3,6 (1,9)	3,4 (1,7)	3,6 (1,9)
Chutes na rede 5v5 (<i>Shots on Net 5v5</i>)	25,3 (6,1)	25,8 (6,3)	23,4 (5,8)
Tiros (S)	31,9 (6,8)	32,5 (7,1)	29,8 (6,6)
Porcentagem de arremessos (S%)	10,7 (6,2)	9,3 (5,6)	9,3 (5,7)
Hits (Hits)	21,7 (8,1)	22,5 (7,8)	22,8 (7,4)
Chutes bloqueados (BKS)	13,9 (4,7)	14,4 (4,8)	14,5 (4,8)
Brindes (GvA)	10,2 (5,0)	9,2 (5,2)	10,0 (5,1)
Conclusões (TkA)	8,2 (4,1)	8,1 (4,3)	6,8 (3,8)
Porcentagem de salvamento em 5v5 (5V5 Sv%)	92,0 (6,0)	91,8 (6,2)	91,3(6,2)
Chutes contra (SA)	31,0 (6,7)	30,6 (6,7)	32,8(6,7)
Diferencial de tentativas de chutes (SAT)	2,4 (14,4)	2,1 (15,1)	-4,6 (14,7)
Porcentagem de tentativas de chute (SAT%)	51,3 (8,0)	51,1 (8,4)	47,5 (8,2)
Diferencial de tentativas de chutes não bloqueados (USAT)	1,5 (11,3)	1,8 (11,7)	-3,4 (11,6)
Porcentagem de tentativas de chutes sem bloqueio (USAT%)	51,1 (8,4)	51,3 (8,8)	-47,5 (8,6)

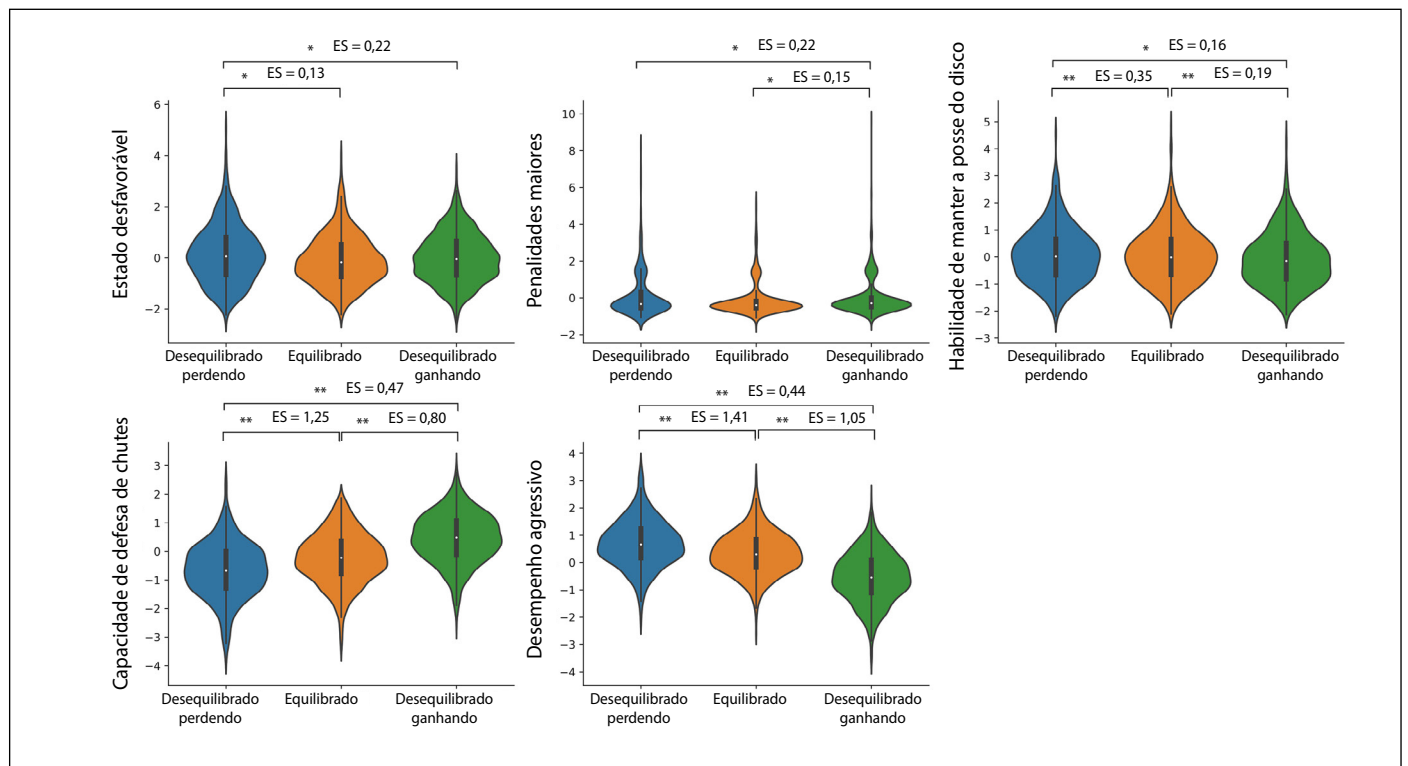


Figura 2. Comparação do estado desfavorável (F2), grandes penalidades (F4), capacidade de manter a posse do disco (F6), capacidade de defender remates (F7) e desempenho agressivo (F8) em diferentes diferenças de golos (O resultado da comparação múltipla * é $p < 0,05$, ** é $p < 0,01$, ES é o tamanho do efeito).

IC95% = [1,30; 1,52]; ES = 0. As pontuações de equipes de diferentes níveis são mostradas na Figura 3, onde é possível ver as semelhanças e diferenças em diferentes componentes principais nos diferentes níveis de equipes.

DISCUSSÃO

O desempenho da equipe em situações distintas de resultado final na temporada 2018-2019 da NHL foi investigado, combinando

a classificação e a descrição do estilo de jogo. O estudo amplia a pesquisa anterior nos seguintes aspectos: Primeiro, os jogos equilibrados e desequilibrados (vencedores e perdedores) foram classificados por agrupamento associado a diferenças de gols. Em segundo lugar, o estado desfavorável (F2), as penalidades graves (F4), a capacidade de manter a posse do disco (F6), a capacidade de defender chutes (F7) e o desempenho agressivo (F8) foram identificados como os

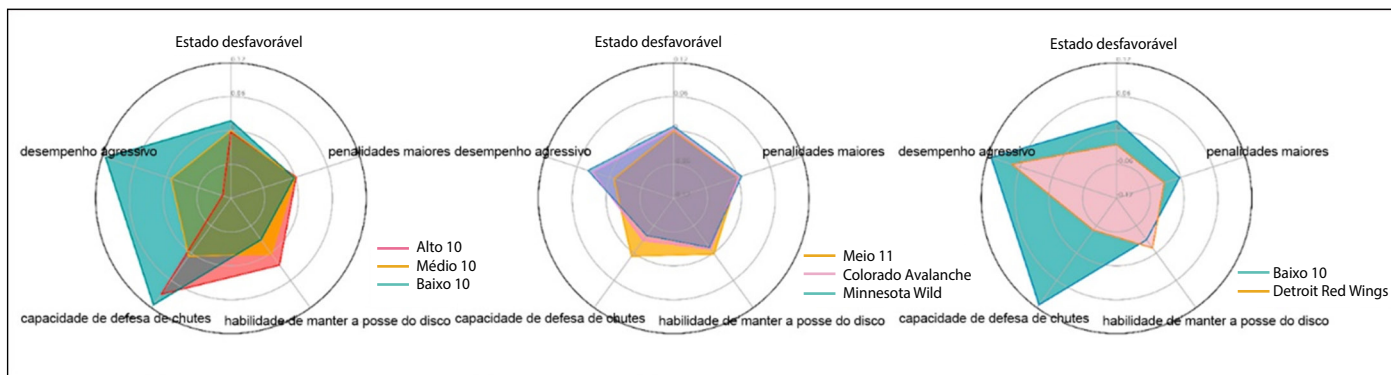


Figura 3. Comparação do estilo de jogo de equipes de diferentes níveis: Colorado Avalanche e Minnesota Wild nas equipes do meio da tabela e Detroit Red Wings nas equipes do fundo da tabela (As áreas coloridas exibem as pontuações do cluster (ou equipe) para cada componente principal).

cinco principais determinantes do desempenho que caracterizaram o jogo das equipes.

O agrupamento das equipes por sua diferença de gols mostrou que as equipes mais bem classificadas tinham a maior proporção de jogos vencedores desequilibrados, o que implica que a equipe mais competente frequentemente superava seu oponente e obtinha uma diferença de gols positiva. Estudos anteriores usaram uma abordagem em que os grupos de diferença de gols foram identificados por meio da rotulagem do resultado da partida com um *status* binário (mais e menos),^{6,16} ou classificaram diretamente os grupos com base no placar final, ou seja, -2, -1, 0, 1, 2.²² Em comparação com essas abordagens anteriores, o método de mineração de dados parece ser mais capaz de classificar objetivamente a diferença de gols.

O trabalho atual construiu oito componentes que representam o desempenho da equipe em oportunidades de gol, vantagem numérica, controle do disco durante o ataque e a defesa. Entre eles, cinco componentes foram finalmente determinados como os principais fatores de desempenho que distinguiram três grupos de linhas de metas. O estado desfavorável (F2) pode ser interpretado como a falta de jogadores no ringue causada por penalidades, o que levou a uma situação vulnerável para as equipes.¹⁶ Para confirmar a descoberta, um estudo anterior relatou que 10 minutos de penalidades contra um jogador poderiam resultar em até um gol para os adversários.⁴ Isso pode explicar ainda mais o motivo pelo qual as penalidades maiores (F4), que significam tempos de penalidade mais longos, foram apontadas como um fator importante. De acordo com a hipótese do estudo, as equipes que venceram jogos desequilibrados apresentaram melhor desempenho nesses componentes-chave de desempenho. Suas pontuações comparativamente mais baixas em F2 e F4 podem ser explicadas pelo fato de que eles dominaram a posse do disco no jogo para pressionar os adversários, forçando-os a cometer faltas extras.²³ Além disso, a GvA e a TKA foram convertidas em capacidade de manter a posse do disco (F6), que é semelhante ao “transporte do disco” definido anteriormente em outras pesquisas.⁸ Em termos de capacidade de defesa de chutes (F7), um estudo relevante verificou sua capacidade de medir o desempenho defensivo.¹⁵ De acordo com Koo, et al. (2016)⁶ se constatou que a equipe vencedora realizou mais bloqueios e roubos de bola do que os adversários, o estudo também evidenciou que as equipes que venceram jogos mais desequilibrados obtiveram pontuações mais altas na habilidade de manter a posse do disco (F6) e na habilidade de defender chutes (F7).

Não foi demonstrado que a chance de chute (F1), o estado favorável (F3) e a capacidade de recuperar a posse do disco (F5) influenciem a diferença final de gols. Embora a chance de chute (F1) seja responsável por um quarto da variação total, ela é caracterizada principalmente por variáveis como chutes, USAT e SAT, que podem não ser representativas da discrepância entre os desempenhos das equipes. Essa evidência

implica que a pontuação não é determinada pelo número de tentativas de chute, mas sim pela precisão,²⁴ o que é diferente do estudo anterior que encontrou uma alta correlação entre oportunidades de gol e conversão de gols (Koo et al., 2016).⁶ As informações contidas no estado favorável (F3) e na capacidade de recuperar a posse do disco (F5) podem ser explicadas pelos indicadores descritos acima. Portanto, confirmamos a suposição de que as equipes de diferentes níveis têm diferentes desempenhos em fatores-chave.

Os resultados atuais também fornecem mais evidências para ajudar a explorar o estilo de jogo, já que equipes de diferentes níveis apresentaram estilos de jogo eficientes, equilibrados e arriscados, como exibido na Figura 3. Esses estilos de jogo são semelhantes a trabalhos anteriores em outros esportes de invasão que os identificam com base nos diferentes momentos da partida,²⁵ como com a bola parada, com o ataque estabelecido, com a transição para o ataque ou na zona diferente do campo,²⁶ como terços de ataque e defesa, nas áreas centrais e amplas. No estudo, um estilo de jogo eficiente é caracterizado pelo domínio relativo do desempenho agressivo (F8) e da manutenção da posse do disco, (F6) esses fatores podem explicar porque as equipes optam por iniciar o ataque na área defensiva adversária e chutar perto do gol para aumentar a precisão.^{7,27} Enquanto isso, o estilo arriscado é demonstrado pela alta capacidade de defesa de chutes (F7) e pelo estado desfavorável (F4), o que pode significar que as equipes enfrentem grande pressão defensiva. Por fim, as equipes com estilo de jogo equilibrado geralmente exibiam um equilíbrio em todos os fatores. Portanto, as baixas pontuações obtidas em desfavorável (F2) e grandes penalidades (F4) por equipes desse estilo podem tender a jogar de forma conservadora para reduzir o risco de sofrer gols. Em suma, os resultados atuais sugerem que as equipes de hóquei no gelo apresentaram características diferentes de estilo de jogo.

Apesar do estudo fornecer novos conhecimentos sobre os principais determinantes do desempenho de partidas profissionais de hóquei no gelo há algumas limitações a serem reconhecidas. Foi usada uma forma tradicional para classificar a equipe, e o método de classificação da qualidade da equipe pode ser estudado mais a fundo no acompanhamento.²⁸ Além disso, não foram consideradas as mudanças potencialmente variáveis do treinamento físico e da qualidade psicológica em diferentes contextos.²⁹

As principais conclusões deste estudo informarão aos treinadores de hóquei no gelo e analistas de desempenho os principais determinantes técnico-táticos durante as partidas competitivas e aperfeiçoarão a preparação para jogos contra adversários de diferentes estilos de jogo. Quanto à aplicação prática, sugere-se priorizar o treinamento de diferentes tipos de chutes e diversificar os exercícios em termos de velocidade de patinação, presença da defesa/goleiro, local do chute e passes coletivos. Por outro lado, devem ser reforçados os movimentos

defensivos coletivos que levem a bloqueios e tomadas bem-sucedidas durante as situações em desequilíbrio, com jogadores a menos no ringue.

CONCLUSÃO

Este estudo identificou cinco determinantes-chave de desempenho que diferenciam as partidas equilibradas, partidas vencedoras desequilibradas e partidas perdedoras nas competições profissionais de hóquei no gelo. Uma análise mais aprofundada do estilo de jogo com base nesses determinantes indicou que as equipes que apresentam desempenho favorável na capacidade defensiva, habilidades consistentes de posse de bola e alta precisão de passe tendem a finalizar com uma classificação

mais alta na liga. Os resultados sugerem que as equipes devem dar mais importância às habilidades ofensivas e ao controle das penalidades.

Financiamento

Este trabalho foi apoiado parcialmente pela Fundação Nacional de Ciências Naturais da China sob os subsídios 72071018 e 72101032, e pelos Fundos de Pesquisa Fundamental para as Universidades Centrais da China (2021TD008).

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES: Cada autor contribuiu individual e significativamente para o desenvolvimento do manuscrito. JW: redação, análise estatística e preparação de todo o projeto de pesquisa; YS: conceito intelectual e revisão; DQ: análise e revisão estatística; YC: conceito intelectual, redação e revisão.

REFERÊNCIAS

1. Passos P, Araújo D, Volossovitch A. Performance analysis in team sports. London: Routledge, Taylor & Francis Group; 2017.
2. Farlinger CM, Krusselbrink LD, Fowles JR. Relationships to skating performance in competitive hockey players. *J Strength Cond Res.* 2007;21(3):915-22.
3. Vescovi JD, Murray TM, Fiala KA, VanHeest JL. Off-ice performance and draft status of elite ice hockey players. *Int J Sports Physiol Perform.* 2006;1(3):207-21.
4. Williams WB, Williams DA. Performance indices for multivariate ice hockey statistics. In: Bennett J, editor. *Statistics in Sport.* London: Arnold; 1998. p. 141-55.
5. Macdonald B. Adjusted Plus-Minus for NHL Players using Ridge Regression with Goals, Shots, Fenwick, and Corsi. *J Quant Anal Sports.* 2012;8(3).
6. Koo DH, Panday SB, Xu DY, Lee CY, Kim HY. Logistic Regression of Wins and Losses in Asia League Ice Hockey in the 2014-2015 Season. *Int J Perform Anal Sport.* 2016;16(3):871-80.
7. Erik L, Vincenzo R, Magni M. Analysis of goal scoring opportunities in elite male ice hockey in relation to tactical and contextual variables. *Int J Perform Anal Sport.* 2020;20(6):1003-17.
8. Huntata M, Zapletalová L. Differences in Game Performance Parameters of Winning and Losing Ice-Hockey Teams. *Acta Fac Educ Phys Univ Comen.* 2012;52(1):29-40.
9. Gu W, Foster K, Shang J, Wei L. A game-predicting expert system using big data and machine learning. *Expert Syst Appl.* 2019;130:293-305.
10. Fernandez-Navarro J, Fradua L, Zubillaga A, McRobert A. Influence of contextual variables on styles of play in soccer. *Int J Perform Anal Sport.* 2018;18(3):423-36.
11. Vinson D, Peters DM. Position-specific performance indicators that discriminate between successful and unsuccessful teams in elite women's indoor field hockey: implications for coaching. *J Sports Sci.* 2015;34(4):311-20.
12. Zhang S, Calvo AL, Zhou C, Cui Y. Performance profiles and opposition interaction during game-play in elite basketball: evidences from National Basketball Association. *Int J Perform Anal Sport.* 2019;19(1):28-48.
13. Gollan S, Bellenger C, Norton K. Contextual Factors Impact Styles of Play in the English Premier League. *J Sports Sci Med.* 2020;19(1):78-83.
14. Zhou C, Lago-Peñas C, Lorenzo A, Gómez M-Á. Long-Term Trend Analysis of Playing Styles in the Chinese Soccer Super League. *J Human Kinet.* 2021;79(1):237-47.
15. Chan TCY, Cho JA, Novati DC. Quantifying the Contribution of NHL Player Types to Team Performance. *Interfaces.* 2012;42(2):131-45.
16. Gu W, Saaty TL, Whitaker R. Expert System for Ice Hockey Game Prediction: Data Mining with Human Judgment. *Int J Inf Technol Decis Mak.* 2016;15(4):763-89.
17. Thorndike RL. Who belongs in the family?. *Psychometrika.* 1953;18(4):267-76.
18. Rousseeuw PJ. Silhouettes: A graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis. *J Comput Appl Math.* 1987;20:53-65.
19. MacCallum RC, Widaman KF, Zhang S, Hong S. Sample size in factor analysis. *Psychol Methods.* 1999;4(1):84-99.
20. Tabachnick BG, Fidell LS. Principal components and factor analysis. Using multivariate statistics. Needham Heights: Allyn & Bacon; 2001. p. 582-633.
21. Hopkins W, Marshall S, Batterham A, Hanin J. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(1):3-13.
22. Redwood-Brown AJ, O'Donoghue PG, Nevill AM, Saward C, Sunderland C. Effects of playing position, pitch location, opposition ability and team ability on the technical performance of elite soccer players in different score line states. *PLoS One.* 2019;14(2):e0211707.
23. Rollins L. Implication of puck possession on scoring chances in ice hockey. Finland: Haaga-Helia; 2010.
24. Lamas L, Senatore J, Fellingham G. Two steps for scoring a point: Creating and converting opportunities in invasion team sports. *PLoS One.* 2020;15(10):e0240419.
25. Gollan S, Ferrar K, Norton K. Characterising game styles in the English Premier League using the "moments of play" framework. *Int J Perform Anal Sport.* 2018;18(6):998-1009.
26. Fernandez-Navarro J, Fradua L, Zubillaga A, Ford PR, McRobert AP. Attacking and defensive styles of play in soccer: analysis of Spanish and English elite teams. *J Sports Sci.* 2016;34(24):2195-204.
27. Sousa T, Sarmento H, Marques A, Field A, Vaz V. The influence of opponents' offensive play on the performance of professional rink hockey goalkeepers. *Int J Perform Anal Sport.* 2020;20(1):53-63.
28. Cochran JJ, Blackstock R. Pythagoras and the National Hockey League. *J Quant Anal Sports.* 2009;5(2).
29. Rago V, Rebelo A, Krustup P, Mohr M. Contextual Variables and Training Load Throughout a Competitive Period in a Top-Level Male Soccer Team. *J Strength Cond Res.* 2021;35(11):3177-83.