

診斷腿後腓肌功能與損傷之方法介紹

戴翔¹、劉繼舉²、翁明嘉³、陳哲修¹

¹ 國立臺灣體育運動大學競技運動學系

² 國立臺灣體育運動大學球類運動學系

³ 文化大學體育學系

摘要

腿後腓肌損傷的因子伴隨著許多因素，不適當熱身、熱身不足、柔軟度不足或過高、肌力不平衡、臀大肌力不足、疲勞及肌束長度不足 ... 等，尤其在高速衝刺跑運動或急停改變方向運動中最为常見，透過本文將介紹，一、不同運動型態對腿後腓肌影響，(跑步運動、跑步運動中的重複訓練效應與下肢伸展的類型)、二、預測及診斷腿後腓肌損傷方法，(臨床測試與功能性現場測試)，提供教練未來在訓練場域上能夠更明確針對腿後腓肌訓練方法以及評估手段，並納入個人訓練或週期化訓練計畫等，進一步加強需要有衝刺型、高爆發力、高速離心、反覆移動運動項目選手，針對該肌群訓練方針上的調整，並透過預處理熱身方式提高肌肉力量、僵硬程度，進而提高運動表現並預防腿後腓肌損傷，而臨床上可以透過預測腿後腓肌損傷機率進行多層面的診斷手法，期盼透過文獻回顧方式傳遞腿後腓肌相關資訊，並且方便運動教練、防護員、體能訓練師及運動愛好者能夠在實務面上有更進一步認知，選擇適合團隊或個人的方式，無論是衝刺跑訓練、伸展運動、徒手檢測或運用運動科學相關儀器進行輔助，都能夠作為日後參考之依據。

關鍵字：熱身、疲勞、肌力、離心運動

通訊作者：陳哲修

E-mail：jakic1114@ntus.edu.tw

DOI：10.53106/2226535X2024011301001

壹、緒論

一、前言

腿後腓肌損傷 Hamstring strain injuries (HSI) 在需要進行衝刺跑、急停、改變方向的類型運動中經常發生，舉凡，足球、橄欖球、田徑短跑等等，範圍從休閒運動員、業餘運動員到職業運動員都經常有腿後腓肌損傷之情形 (Chu & Rho, 2016; Gronwald et al., 2022)，澳洲橄欖球的調查中發現，在聯盟裡所有球員的 HSI 占比為 15% (Orchard & Seward, 2002)，而英國足球員的 HSI 占比為 12% (Hawkins, Hulse, Wilkinson, Hodson, & Gibson, 2001)，並且有三分之一以上的機率再復原後有可能再次復發 (Lee, Mok, Chan, Yung, & Chan, 2018)，通常這種損傷的情形在復原期間會非常的漫長，然而，腿後腓肌損傷的情形與肌力不足增加受傷率有相當大的關係存在 (Danielsson et al., 2020)。

田徑比賽中調查發現，在全部損傷類型中以腿後腓肌損傷比率最高 (約 24.1%)、股四頭肌損傷約 5%，而在下肢損傷型態中腿後腓肌損傷佔 75% (Opar et al., 2014)，尤其在高速跑運動時，下肢肌群不斷進行牽張 - 縮短循環模式 (stretch-shortening cycle)，因此不斷增加下肢肌群負荷與過度肌肉伸展，易造成下肢股四頭肌 (Mendiguchia, Alentorn-Geli, Idoate, & Myer, 2013) 與腿後腓肌損傷 (以腿後腓肌損傷率較高) (Croisier, 2004; M. Prior, Guerin, & Grimmer, 2009; Reurink et al., 2012)。其中又以衝刺跑運動中擺盪末期階段，腿後腓肌被伸展的長度最為明顯，該肌群被伸展的比率為股二頭肌 (9.5%) > 半膜肌 (7.4%) 及半腱肌 (8.1%) (Thelen et al., 2005)，因擺盪末期階段必須主動伸直膝關節，導致該肌群被迫伸展造成損傷部位接近腿後腓肌股二頭肌之肌肉 - 肌腱連接位置 (muscle-tendon junction)。

除了高速度衝刺跑運動員之外，在舞蹈表演者上也發現到 HSI 相關情形，因舞蹈表演者在專項動作呈現中，長時間的進行髖關節屈曲與膝關節的伸展也較容易造成 HSI，主要損傷部位會在半膜肌肌腱位置，而該肌群損傷率約為 87% (C. M. Askling, Tengvar, Saartok, & Thorstensson, 2007)，後續研究還指出，衝刺跑運動員與舞蹈表演者兩種不同型態運動中，在 HSI 後，復原程度上衝

刺跑運動員顯著比舞蹈表演者還要快復原 (C. Askling, Saartok, & Thorstensson, 2006)。

腿後腓肌與股四頭肌群損傷危險因子包含：不適當熱身 (或熱身不足)、柔軟度不足或過高 (過度降低肌肉僵硬度)、肌力不平衡、臀大肌力不足、疲勞及肌束長度不足 ... 等 (Croisier, 2004; Fousekis, Tsepis, Poulmedis, Athanasopoulos, & Vagenas, 2011; Lord, Ma'ayah, & Blazeovich, 2018; Mendiguchia, Alentorn-Geli, & Brughelli, 2012; Mendiguchia et al., 2013; Schache, Dorn, Blanch, Brown, & Pandy, 2012; Schmitt, Tim, & McHugh, 2012)。一項模擬比賽研究指出，造成 HSI 可能的因素是疲勞所造成的離心肌力下降所致，由於肌肉疲勞的關係，擺盪末期的腿後肌群會出現離心肌力不足，以至於離心負荷過高導致 HSI 的發生 (Jones, Ryan, & Todd, 2015)，疲勞的因素也會增加股四頭肌與腿後肌群的肌力不對稱現象發生，這可能是造成受傷或再次受傷的因素之一，尤其會發生在慣用腳的機率較高 (Lord, Ma'ayah, & Blazeovich, 2018)，除此之外，核心功能不足也會間接影響跑步時單腳擺盪時的位置，核心功能不足可能會引起骨盆的排列位置不正確，進而增加腿後肌群的工作量，影響到伸展的長度與活化程度 (S. Prior et al., 2014)，預防重於治療，下肢肌群 (股四頭肌、腿後腓肌、臀大肌) 肌肉力量 (Buhmann, Trajano, Kerr, & Shield, 2022; Croisier, 2004)、僵硬程度與運動表現 (Fousekis et al., 2011; Lord et al., 2018; Mendiguchia, Alentorn-Geli, et al., 2012) 及預防肌肉損傷有關 (Mendiguchia et al., 2013; Schache et al., 2012; Schmitt et al., 2012)。如透過熱身預處理模式、預先訓練改變肌肉結構 (如：肌束長度增加) (Mendiguchia et al., 2020)、改善肌肉僵硬程度 (Piqueras-Sanchiz et al., 2019)、提升肌肉力量 (Pincheira, Boswell, Franchi, Delp, & Lichtwark, 2022)、發力率 (Aagaard, Simonsen, Andersen, Magnusson, & Dyhre-Poulsen, 2002; Andersen, Andersen, Zebis, & Aagaard, 2010; Blazeovich, Horne, Cannavan, Coleman, & Aagaard, 2008)，可能降低肌肉損傷風險及提升運動表現 (Ishøi et al., 2019; Opar, Williams, Timmins, Dear, & Shield, 2013)，也可運用診斷方法及診斷工具多面向的追蹤與評估，亦或是接受正規的肌力訓練，選用等速訓練、等長訓練與離心訓練，增加腿後腓肌群肌力、穩定性與發力率 (Widodo, Tien, Chen, & Lai, 2022)，因此，

本文依序介紹：不同運動型態對腿後腓肌影響、預測及診斷腿後腓肌損傷方法等內容，讓運動教練、防護員、體能訓練師及運動愛好者能做為日後熱身或訓練之參考。

貳、不同運動類型對不同腿後腓肌肌群損傷影響

本章節將依序介紹跑步運動與伸展運動類型中，腿後腓肌群會產生損傷的可能性，以及損傷後影響後續恢復相關效益。

一、跑步運動

文獻指出，腿後腓肌損傷與反覆高速度進行衝刺跑步運動型態有關。Thelen 等人在 2005 年研究結果中；針對 14 名運動員在跑步機上進行高速跑步測試 (約 80~100% 最大跑步速度)，並且在跑步過程中分別針對腿後腓肌群 (包括：半腓肌、半膜肌、股二頭肌) 進行 3D 動作分析技術，並同時記錄跑步過程中腿後腓肌肌肉長度的變化。結果發現，腿後腓肌長度產生最大的伸長變化是發生在跑步擺動末期，並且研究發現該股二頭肌 (9.5%) 最大長度變化百分比顯著大於半膜肌 (7.4%) 及半腓肌 (8.1%)，因此該股二頭肌肌群最容易造成損傷情形。同樣地，研究發現，當高速度衝刺跑或需要主動伸直膝關節運動 (如：踢球動作) 發生肌群損傷部位大部分發生在接近腿後腓肌股二頭肌之肌肉 - 肌腱連接位置 (muscle-tendon junction) 處 (Thelen et al., 2005)。

Howatson 與 Milak (2009) 研究針對男性受試者進行一回合反覆高強度衝刺跑 (共進行一回合 15 趟，每趟跑 30 公尺)，結果發現，肌肉損傷生化指標 (肌酸肌酶活性) 與延遲性肌肉痠痛值在衝刺跑運動後 3 天仍顯著高於前測值，而最大等長肌力值與腿圍長 (肌肉腫脹) 則在衝刺跑運動後 2 天仍顯著高於前測值。另外，Keane 等人 (2015) 針對女性運動員進行一回合反覆高強度衝刺跑 (共進行一回合 15 趟，每趟跑 30 公尺)，結果發現，肌肉損傷生化指標 (肌酸肌酶活性)、延遲性肌肉痠痛值顯著增加及衝刺跑能力下降持續至衝刺跑運動後 3 天，垂直跳躍能力顯著下降持續至衝刺跑後 2 天。

二、兩回合反覆衝刺跑訓練效應之肌肉功能及肌肉損傷影響

目前有關反覆衝刺跑重複訓練效應 (Repeated Bout Effect, RBE) 研究結果較少發現，類似研究僅約 2 篇，並且研究結果仍不一致。例如，Leeder 等人 (2014) 研究針對男性運動員，探討兩回合間歇強度漸速跑運動 (兩回合之間間隔 14 天) 之重複訓練效應對預防肌肉損傷影響為何。結果發現，第一回合間歇強度漸速跑運動後，則無法顯著預防第二回合間歇強度漸速跑運動所造成肌肉損傷等症狀 (例如：等長肌力、垂直跳能力下降及肌肉損傷生化指標上升等)。此外，Verma 等人 (2015) 研究卻發現，男性足球員進行兩回合運動特殊性衝刺運動 (兩回合之間間隔 14 天)，結果顯示預先進行第一回合衝刺運動，能顯著降低第二回合衝刺運動所造成肌肉損傷症狀且恢復較快 (Verma, Moiz, Shareef, & Husain, 2015)。

表 1
跑步運動

作者	運動型態	損傷情形
Thelen 等人 2005	高速跑步運動	跑步擺動末期，股二頭肌 (9.5%) 長度變化百分比顯著 > 半膜肌 (7.4%) 及半腱肌 (8.1%)，股二頭肌為易受傷部位。
Thelen 等人 2005	衝刺跑與踢球動作	損傷部位發生在接近腿後腱肌股二頭肌之肌肉 - 肌腱連接位置 (muscle-tendon junction) 處。
Howatson 與 Milak (2009)	一回合 15 趟 30 公尺衝刺跑	肌肉損傷生化指標與延遲性肌肉痠痛值在衝刺跑運動後 3 天仍顯著高於前測值，而最大等長肌力值與腿圍長則在衝刺跑運動後 2 天仍顯著高於前測值。
Keane 等人 (2015)	一回合 15 趟 30 公尺衝刺跑	女性運動員肌肉損傷生化指標、延遲性肌肉痠痛值顯著增加、衝刺能力與垂直跳躍能力顯著下降。
Leeder 等人 (2014)	兩回合漸速跑運動 (間隔 14 天)	第一回合無法預防第二回合間歇強度漸速跑運動所造成肌肉損傷與運動表現下降症狀。
Verma 等人 (2015)	兩回合衝刺跑運動 (間隔 14 天)	第一回合後能夠預防第二回合肌肉損傷症狀。

總結：衝刺跑運動員腿後腱肌肌群主要損傷為股二頭肌肌肉 - 肌腱連接處，而在一回合的反覆衝刺跑後運動表現顯著下降，肌肉痠痛顯著增加，目前還無法證實是否有效可以保護第二回合衝刺跑後的損傷。

三、伸展運動類型

研究發現，15 名專業舞者當進行髖關節屈曲 (hip flexion) 以及膝關節伸直 (knee extension) 的伸展運動型態時，易造成大腿後側肌群以及腿後腱肌損傷情形，主要發生在半膜肌肌腱處，損傷發生率約 87%，並且進一步分別在損傷後第 2、10、21 及 42 天觀察損傷後肌肉疼痛 (測量 5 個肌肉長度位置) 以及 MRI 診斷恢復情形，並且，結果發現，臨床疼痛評估與 MRI 準斷結果無顯著相關，作者認為；相較於 MRI 診斷方法具立即性及準確性，該臨床疼痛評估方式無法有效立即診斷各不同腿後腱肌肌群疼痛與損傷程度，因此建議選擇其他臨床診斷方法，例如：不同主動屈膝抬腿關節活動測試 (C. M. Askling et al., 2007)。

然而，Askling 等人 (2008) 研究分別從 21 個不同運動型態中，招募 30 名腿後腱肌損傷受試者，並且所有受試者須接受臨床以及影像診斷 (magnetic resonance imaging, MRI) 分析。結果得知，在許多需要伸展活動的運動型態 (如：舞蹈) 造成的損傷大約發生於腿後腱肌肌肉起點約坐骨粗隆 (ischial tuberosity) 以及半膜肌肌腱處，損傷發生率約 83%。類似研究發現，該研究觀察兩種不同運動型態 (18 名衝刺跑選手以及 15 名舞蹈者) 造成腿後腱肌損傷程度以及恢復情形，結果發現所有受試者在損傷後皆會造成降低柔軟度及肌肉力量 (衝刺跑選手降低程度顯著大於舞蹈者)，但是恢復時間方面，衝刺跑選手 (16 週) 所需恢復時間卻顯著少於舞蹈者 (50 週)。因此，該作者認為影響損傷程度以及恢復時間差異，可能與不同運動特性、性別、受傷機制或其他因素有關 (C. Askling et al., 2006)。

表 2
伸展運動

作者	運動型態	損傷情形
Askling 等 人 (2007)	髖關節屈曲以及膝 關節伸直	大腿後側肌群以及腿後腓肌損傷情形，主要發 生在半膜肌肌腱處，損傷發生率約 87%。
Askling 等 人 (2008)	30 名腿後腓肌損傷 者	MRI 結果得知，伸展活動運動型態，造成損傷 大約發生於腿後腓肌肌肉起點約坐骨粗隆以及 半膜肌肌腱處，損傷發生率約 83%。
Askling 等 人 (2006)	18 名衝刺跑選手以 及 15 名舞者	所有受試者在損傷後皆會造成柔軟度及肌肉力 量降低 (衝刺跑選手 > 舞者)，恢復時間，衝 刺跑選手 (16 週) < 舞者 (50 週)。

總結：舞者經常會在伸展運動時發生腿後腓肌群損傷，尤其好發在髖關節
屈曲與膝關節伸直的情況下，並且半膜肌肌腱處損傷率佔 83%。

參、預測及診斷腿後腓肌損傷工具與方法

以下介紹預測以及診斷腿後腓肌損傷的臨床測試及現場功能性測試方法：

一、臨床測試方面

1. 脫鞋疼痛測試 (taking off the shoe" test, TOST) (Zeren & Oztekin, 2006)

Zeren 與 Oztekin (2006) 研究中，發展出一項具高準確性、靈敏性的臨床測
量工具 (脫鞋測試)，該臨床測量方法與超音波影像分析結果比較，兩者皆能百
分之百準確診斷腿後腓肌 (特別針對 BFL) 不同損傷程度情形 (含第一、二及三
級損傷)。

2. 超音波測試

受試者至少有十分鐘以上的休息後，利用超音波偵測進行股二頭肌長頭評
估，受試者趴姿進行髖關節保持中立位置，膝蓋完全伸直且放鬆，偵測股二頭
肌位置於坐骨粗隆至腓骨上緣的距離，超音波偵測在肌肉長度的 50% 位置上進
行，收集三張超音波圖像進行分析，肌肉厚度 (muscle thickness, MT)、羽狀角
度 (pennation angle, PA) 及肌腱膜角度 (aponeurosisAA)，帶入公式計算 FL 長
度： $FL = \sin(AA + 90^\circ) \times MT / \sin(180^\circ - (AA + 180^\circ - PA))$ ，三張影像的平均值被視為
是股二頭肌長頭長度 (Blazevich, Gill, & Zhou, 2006; C.-H. Chen, Ye, Wang, Chen,

& Tseng, 2018)。

3. 直膝抬腿安全性知覺測試

Askling 等人 (2010) 研究中，針對兩組受試者 (其中一組為腿後腓肌損傷者) 分別進行主動直膝抬腿安全性知覺評估 (0-100 量表，0 表示沒有不安全感，100 分表示感到非常不安全) 以及 MRI 兩者間損傷診斷測量，其中主動直膝抬腿測試，則要求受試者以最快抬腿速度來進行測量，並記錄抬腿過程中不安全感知覺情形，結果得知，未損傷組 (平均 0 分) 與損傷組 (平均 52 分，分佈範圍 28-98 分) 有顯著差異情形。

4. 本體感覺測試

Cameron, Adams 與 Maher (2003) 研究指出，下肢神經動作控制能力較差者 (如：距離目標物誤差值較大) 可能與發生腿後腓肌損傷之間具顯著相關性 (Cameron, Adams, & Maher, 2003; Foreman et al., 2006; Mendiguchia, Alentorn-Geli, et al., 2012)。此外，Pinniger et al (2000) 研究針對 20 名受試者進行腿後腓肌群疲勞性運動，並觀察疲勞運動後最高速度衝刺跑過程中跑步動作變化情形，結果發現，擺腿腳 (swing leg) 髖關節與膝關節屈曲角度降低，以減少腿後腓肌肌肉被離心伸展範圍，降低腿後腓肌受傷情形，此為一種保護機制現象 (Pinniger, Steele, & Groeller, 2000)。因此，當動作控制或本體感覺能力降低時，可能易造成損傷情形。所以，藉由此測量方法可能可以預測損傷發生率。

5. 神經張力測試 (Neural tension)

塌落測試 (Slump test) 是一種神經緊張測試方式。神經張力因素是造成腿後腓肌損傷可能危險因子，因研究發現，14-19% 腿後腓肌損傷族群，在 MRI 診斷上是沒有呈現結構損傷情形，但是卻與神經結構損傷有顯著相關 (Mendiguchia & Brughelli, 2011; Verrall, Slavotinek, Barnes, Fon, & Spriggins, 2001)。Turl 與 George (1998) 研究比較腿後腓肌損傷組與未損傷組受試者之神經張力測試，結果得知，57% 腿後腓肌損傷者具高神經張力測量結果 (Turl & George, 1998)。

6. 髖關節伸肌肌力 (臀大肌)

跑步過程中，臀大肌主要功能在穩定身體軀幹位置、提供髖關節伸展力量

及減緩擺動期腿部速度及延展範圍 (Mendiguchia & Brughelli, 2011)。當臀大肌疲勞或肌力下降時，跑步過程中會增加腿後腓肌肌肉負荷，易增加腿後腓肌損傷情形 (Mendiguchia, Alentorn-Geli, et al., 2012)。因此，提升臀大肌肌力與耐力之運動訓練方式 (例如：跨步走及單腳硬舉) 可能可以降低腿後腓肌損傷發生情形 (Farrokhi et al., 2008; Malliaropoulos et al., 2012)。

7. 理想肌肉力量角度或長度 (optimum angle)

當發生損傷時，腿後腓肌較長肌肉角度位置之離心肌力值顯著降低 (Schache et al., 2012; Schmitt et al., 2012)。研究發現，腿後腓肌損傷者與未損傷者之間所測得的最大向心與離心等速力值 (60 度 / 秒及 180 度 / 秒) 沒有顯著差異 (Bennell et al., 1998)。因此，研究指出，理想最大用力角度或長度與腿後腓肌損傷有顯著相關性，當理想最大用力角度轉移至肌肉較長位置時，所造成損傷程度較低 (C. H. Chen et al., 2011)。所以，提升或增進腿後腓肌較長肌肉角度或長度位置之肌力值，可能可以有效預防腿後腓肌損傷發生情形 (Schache et al., 2012; Schmitt et al., 2012)。

8. 發力率

近年來，研究發現除了檢測等長肌力、離心肌力及等速肌力等參數之外，「發力率」(rate of force development, RFD) 或稱 (rate of torque development, RTD)、腿後腓肌與股四頭肌發力率比值 (RTD hamstring : quadriceps ratio)、臀大肌發力率是一項評估肌肉疲勞、預測損傷敏感指標 (Buhmann, Trajano, Kerr, & Shield, 2022; Grazioli et al., 2019)、復健後是否能重回運動場上重要指標 (Buckthorpe & Roi, 2017)。因「發力率」被認為比最大肌力在快速動作過程中在關節穩定功能上扮演更重要角色 (Buckthorpe & Roi, 2017)。例如：一場職業足球比賽後發現，在腿後腓肌群較長肌肉位置 (膝屈曲 30 度，此位置較常損傷) 之發力率 (0-50 毫秒下降 16% 及 0-200 毫秒下降 11%)、腿後腓肌群與股四頭肌發力率比值 (0-50 毫秒下降 24%) 也顯著降低，但是等長肌力卻無顯著下降，因此當疲勞時降低腿後腓肌肌肉較長肌肉位置發力率，當肌肉快速牽張與收縮時可能增加肌肉損傷風險 (Grazioli et al., 2019)。同樣地，在腿後腓肌損傷足球員檢測後發現，損傷腿 (較長肌肉位置) 具顯著較低腿後腓肌與股四頭肌發力率

比值 (50 毫秒) 以及較低離心肌力，但在 100 毫秒以上之腿後腓肌與股四頭肌發力率比值則顯著增加情形 (Correia et al., 2020)，受傷腿之髌伸肌 (臀大肌) 同樣也降低發力率情形 (Buhmann et al., 2022)。

表 3

臨床測試

作者	測試型態	測試情形
Zeren 與 Oztekin(2006) (Blazevich et al., 2006; 超音波測試 C.-H. Chen et al., 2018)	脫鞋疼痛測試	能準確診斷腿後腓肌損傷程度情形。 在肌肉長度 50% 位置上進行，收集肌肉厚度、羽狀角度及肌腱膜角度。
Cameron, Adams 與 Maher (2003)	本體感覺測試	下肢神經動作控制能力較差者，發生腿後腓肌損傷之間具顯著相關性。
Turl 與 George(1998)	神經張力測試	塌落測試是一種神經緊張測試方式，從預測中發現損傷者具高神經張力。
(Farrokhi et al., 2008; 髌關節伸肌肌力 Malliaropoulos et al., 2012)	髌關節伸肌肌力	臀大肌主要功能在穩定身體軀幹位置，提升臀大肌肌力可降低腿後腓肌損傷情形。
Bennell et al., 1998	理想肌肉力量角 度或長度	理想最大用力角度或長度與腿後腓肌損傷有顯著相關性，理想用力角度越大時，所造成損傷程度較低。
Buhmann et al., 2022; 發力率 Grazioli et al., 2019	發力率	發力率是一項評估肌肉疲勞、預測損傷敏感指標，評估 0~200 毫秒內的發力程度。

總結：透過儀器的輔助下，能夠使教練或運動員精準的預測損傷因子，並針對該較弱肌群部位做進一步的訓練處方規劃。

二、功能性現場測試方面

1. 主動關節活動範圍與柔軟度測量

一般測量腿後腓肌柔軟度方式，例如：坐姿體前彎 (sit-and-reach test，SR)、觸腳趾測試 (toe touch test，TT)、主動及被動直膝抬腿測試 (active and passive straight leg raise test，ASLR 與 PSLR) (Ayala, Sainz de Baranda, De Ste Croix, & Santonja, 2011)。目前有關不同柔軟度測量方法評估腿後腓肌柔軟度

與損傷發生率之間的研究仍不足，並且研究發現，腿後腓肌柔軟度程度與損傷發生率之間尚未有一致關聯性 (C. M. Askling, Nilsson, & Thorstensson, 2010; Bennell, Tully, & Harvey, 1999)。因為，柔軟度測量方法會受到受試者不同柔軟度程度特性 (柔軟度高或低)、不同性別、不同身體姿勢及神經張力等因素而造成不一致評估結果 (Dallinga, Benjaminse, & Lemmink, 2012; Lopez-Minarro & Rodriguez-Garcia, 2010)。舉例；Lopez-Minarro 與 Rodriguez-Garcia (2010) 研究使用 PSLR、SR 與 TT，評估兩組不同腿後腓肌柔軟性受試者的柔軟度情形，結果發現，針對柔軟度較差組 SR 與 TT 測量方法之測量效度較低 (Lopez-Minarro & Rodriguez-Garcia, 2010)。

柔軟度與損傷率方面；Bennell et al (1999) 研究發現，TT 測量結果在腿後腓肌損傷組以及健康組之間無顯著差異。作者認為，神經張力可能是影響測量結果原因之一，因為該測量方式須在腰椎彎曲姿勢下進行柔軟度測量，但此姿勢會增加神經張力，進而影響柔軟度測量結果 (Bennell et al., 1999)。此外，Askling et al (2010) 研究比較一組腿後腓肌損傷者與另一組則未損傷者，兩組之間腿後腓肌主動柔軟度及被動柔軟度測量結果差異情形，結果得知，「主動直膝抬腿測試」能顯著診斷兩組受試者柔軟度差異情形。未受傷組，主動柔軟度測量結果顯著大於 (<23%) 被動柔軟度測量，受傷組方面，主動柔軟度測量值顯著較低 (8%) 於未受傷腳，但被動柔軟度測量結果在受傷及未受傷腳則無顯著差異 (C. M. Askling et al., 2010)。由上述研究可得知，目前僅 ASLR 測量方式可能可以預測腿後腓肌損傷率。

2. 肌肉僵硬程度 (muscle hardness)

許多研究利用 Myotonometry 手持式肌肉組織僵硬測量儀，該儀器可針對不同肌肉群進行組織結構測量，使用上具方便性及符合經濟性。許多研究用來評估疲勞運動以及離心損傷後肌肉組織僵硬變化情形，以及評估肌肉力量強度 (C. H. Chen, Huang, Chai, Jan, & Lin, 2012; Leonard, Brown, Price, Queen, & Mikhailenok, 2004; Murayama, Nosaka, Yoneda, & Minamitani, 2000)。研究發現，該測量儀所測得肌肉僵硬值與肌肉力量及肌肉電位值呈顯著正相關，表示當肌肉收縮強度越大，肌肉僵硬值以及肌肉電位值則越高 (Gubler-Hanna, Laskin,

Marx, & Leonard, 2007; Leonard et al., 2004)。例如，Gubler-Hanna et al (2007) 研究針對股直肌進行不同等長肌力收縮運動強度 (分別為：最大強度、33% 及 66% 最大強度)，研究發現，運動強度或肌肉力量 ($r=0.83$)、肌肉動作電位活性 ($r=0.82$) 與肌肉僵硬程度之間呈顯著正相關 (Gubler-Hanna et al., 2007)。此外，適當的肌肉僵硬程度可能可以預防肌肉損傷 (Malliaropoulos et al., 2012)。

3. 向前跨步走及跨步跳

研究發現，許多功能性測試結果與腿後腓肌損傷發生率之間較無顯著相關性。例如：Sherry 與 Best (2004) 研究發現，兩組職業足球球員腿後腓肌再次損傷發生率有顯著差異，但是兩組所測得立定跳遠、蹲踞跳遠及衝刺跑時間的結果沒有顯著差異 (Sherry & Best, 2004)。但 Jonhagen et al (2009) 研究發現指出，進行「向前跨步跳以及跨步走」運動訓練後，跨步走可顯著提升腿後腓肌肌力，跨步跳可提升衝刺跑速度。同樣地，研究指出跨步走運動主要會對腿後腓肌之 BFL 肌群增加負荷，因此作者認為，該運動型態可做為預測及診斷腿後腓肌 (BFL) 肌肉功能以及預防腿後腓肌損傷及或損傷後復健方式之一 (Mendiguchia, Garrues, et al., 2012)。

4. 動態平衡能力測試

星狀遠足平衡測試 (star excursion balance test, SEBT)，該方法是一種下肢功能診斷工具，經常使用來評估下肢動態穩定性、核心能力、膝關節與髖關節肌力程度，此測量結果與下肢損傷有顯著相關，當測量結果較差，下肢則有高危險損傷發生率。此測量方法；受試者以單腳當作軸心腳並站立於星狀中心點位置，另一腳盡可能往不同方向進行最長伸長距離碰地測試 (Dallinga et al., 2012)。

5. 單腳腿後橋式測試

單腳腿後橋式測試 (single leg hamstring bridge, SLHB)，該方法用於測量腿後肌肌力程度的測試，已被驗證為具有非常高的可靠性，受試者須仰臥於地面，測量腳放置於 60 公分高台上，腳跟貼齊高台邊緣並維持膝蓋呈 20 度屈曲，非測量腳維持膝蓋屈曲 90 度騰空，測量時不做任何擺盪或代償動作，雙手交叉至於胸前，開始測量時，測量腳需利用腳後跟向下推蹬高台並利用腿後肌向心收

縮使臀部伸展至 0 度，向下時，臀部須觸碰至地面即完成一次反覆，當出現兩次無法完成反覆時，隨即停止該測驗，並記錄總反覆次數，再於對側腳進行測試 (Freckleton, Cook, & Pizzari, 2014)。

6. Nordic 離心肌力測試

該測試用來檢測腿後腓肌離心肌力，受試者需進行 Nordic lower hamstring exercise。受試者開始位置為軀幹約與地面呈 90 度角，背部需挺直，開始逐漸向下移動 (腳踝則支撐在固定帶上)，直到腿後腓肌無法支撐時則以雙手撐地 (完成動作時間約 3-5 秒)，可測得雙腳離心肌力值 (Opar, Piatkowski, Williams, & Shield, 2013)。

此外，也可以在該測驗中利用智慧手機下載 APP 軟體 (Nordics by Carlos Balsalobre) 測得 break-point angle，此測驗已證實具高度信度及效度，能作為評估腿後腓肌離心肌力大小之工具，此 break-point angle 定義為：軀幹前傾位置與起點垂直地面之間角度越大，或者軀幹前傾位置與水平地面之間角度越小則表示腿後腓肌離心肌力越大 (Lee, Cai, Yung, & Chan, 2018; Sconce, Jones, Turner, Comfort, & Graham-Smith, 2015)

表 4
功能性現場測試

作者	測試型態	測試情形
Askling 等人 (2010)	關節活動範圍與柔軟度測量	主動直膝抬腿測試，能顯著診斷柔軟度差異情形。
Gubler-Hanna 等人 (2007)	肌肉僵硬度	運動強度、肌肉動作電位活性與肌肉僵硬度之間呈顯著正相關。
onhagen 等人 (2009)	向前跨步走及跨步跳	跨步走可提升腿後腓肌肌力，跨步跳可提升衝刺跑速度，可作為預測和診斷方法之一。
Dallinga 等人 2012	動態平衡能力測試	評估下肢動態穩定性、核心能力、膝關節與髌關節肌力程度，測量結果較差易發生損傷。
Freckleton, Cook, & Pizzari, 2014	單腳腿後橋式測試	從橋式動作測試肌力程度，以總反覆次數預測受傷機率。
Opar, Piatkowski, Williams, & Shield, 2013	Nordic 離心肌力測試	軀幹前傾位置越接近地面則表示腿後腓肌離心肌力越大。

總結：以上功能性現場測試給予運動場上教練與運動員最即時的回饋，不太需要器材的情況下增加了更多的簡便性，透過以上各種測試動作能夠有效了解與診斷該肌群的疲勞與損傷程度範圍。

肆、結論

總結以上本文所提出的建議與重點整理，為了避免腿後腱肌損傷相關因子發生，在預測方面或診斷部分上歸類出臨床上診斷與功能性診斷方法，脫鞋疼痛測試、超音波測試、本體感覺測試、神經張力測試、髖關節伸肌肌力測試、最佳理想用力角度、發力率等都需要專業儀器評估，如超音波儀、MRI 診斷與等速測力器，儀器皆經過信效度上的認可與醫療使用許可，並能夠精準預測該選手受傷率，更能進一步做出保護措施與預防策略，唯獨直膝抬腿安全性知覺測試使用安全評估量表進行評估，無需進行專業儀器進行診斷。功能性診斷部分，主動關節活動範圍與柔軟度測量、向前跨步走及跨步跳、動態平衡能力測試、單腳腿後橋式測試皆能在現場做評估與診斷，比較符合運動團隊與肌力體能教練在運動場域中做立即性的診斷，以備立即做選手上的調整與後備選手替補等，對場上的變化較能做出應對，而肌肉僵硬度與 Nordic 離心肌力測試，需要使用專業儀器進行測試，但比較不會耗費大量時間，與此同時，測試數值在當下就能立即顯示出數據與報表，方能讓教練了解該選手在受傷程度上或接近受傷臨界值上的發生率，以作立即性的選手調度。

建議教練與選手透過以上測試方式，找尋個人或團隊最佳評估方式，以利做最貼近符合損傷的判斷與後續規劃。

參考文獻

- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Andersen, J. L., Magnusson, P., & Dyhre-Poulsen, P. (2002). Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *J Appl Physiol* (1985), 93(4), 1318-1326. doi:10.1152/jappphysiol.00283.2002
- Andersen, L. L., Andersen, J. L., Zebis, M. K., & Aagaard, P. (2010). Early and late rate of force development: differential adaptive responses to resistance training? *Scand J Med Sci Sports*, 20(1), e162-169. doi:10.1111/j.1600-0838.2009.00933.x
- Askling, C., Saartok, T., & Thorstensson, A. (2006). Type of acute hamstring strain affects flexibility, strength, and time to return to pre-injury level. *Br J Sports Med*, 40(1), 40-44. doi:10.1136/bjism.2005.018879
- Askling, C. M., Nilsson, J., & Thorstensson, A. (2010). A new hamstring test to complement the common clinical examination before return to sport after injury. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 18(12), 1798-1803. doi:10.1007/s00167-010-1265-3
- Askling, C. M., Tengvar, M., Saartok, T., & Thorstensson, A. (2007). Acute first-time hamstring strains during slow-speed stretching: clinical, magnetic resonance imaging, and recovery characteristics. *Am J Sports Med*, 35(10), 1716-1724. doi:10.1177/0363546507303563
- Ayala, F., Sainz de Baranda, P., De Ste Croix, M., & Santonja, F. (2011). Criterion-related validity of four clinical tests used to measure hamstring flexibility in professional futsal players. *Phys Ther Sport*, 12(4), 175-181. doi:10.1016/j.ptsp.2011.02.005
- Bennell, K., Tully, E., & Harvey, N. (1999). Does the toe-touch test predict hamstring injury in Australian Rules footballers? *Aust J Physiother*, 45(2), 103-109. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11676755>
- Bennell, K., Wajswelner, H., Lew, P., Schall-Riauour, A., Leslie, S., Plant, D., & Cirone, J. (1998). Isokinetic strength testing does not predict hamstring injury in Australian Rules footballers. *Br J Sports Med*, 32(4), 309-314. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9865403>
- Blazevich, A. J., Gill, N. D., & Zhou, S. (2006). Intra- and intermuscular variation in human

- quadriceps femoris architecture assessed in vivo. *J Anat*, 209(3), 289-310. doi:10.1111/j.1469-7580.2006.00619.x
- Blazevich, A. J., Horne, S., Cannavan, D., Coleman, D. R., & Aagaard, P. (2008). Effect of contraction mode of slow-speed resistance training on the maximum rate of force development in the human quadriceps. *Muscle Nerve*, 38(3), 1133-1146. doi:10.1002/mus.21021
- Buckthorpe, M., & Roi, G. S. (2017). The time has come to incorporate a greater focus on rate of force development training in the sports injury rehabilitation process. *Muscles Ligaments Tendons J*, 7(3), 435-441. doi:10.11138/mltj/2017.7.3.435
- Buhmann, R., Trajano, G. S., Kerr, G. K., & Shield, A. J. (2022). Lower knee flexion and hip extension rate of torque development in athletes with previous hamstring strain injury. *J Sports Sci*, 40(5), 534-541. doi:10.1080/02640414.2021.2003981
- Cameron, M., Adams, R., & Maher, C. (2003). Motor control and strength as predictors of hamstring injury in elite players of Australian football. *Physical Therapy in Sport*, 4(4), 159-166. doi:Doi 10.1016/S1466-853x(03)00053-1
- Chen, C.-H., Ye, X., Wang, Y.-T., Chen, Y.-S., & Tseng, W.-C. (2018). Differential Effects of Different Warm-up Protocols on Repeated Sprints-Induced Muscle Damage. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(11), 3276-3284. doi:10.1519/jsc.0000000000002310
- Chen, C. H., Huang, T. S., Chai, H. M., Jan, M. H., & Lin, J. J. (2012). Two Stretching Treatments on Hamstring: Proprioceptive Neuromuscular Facilitation versus Kinesio Taping Application. *J Sport Rehabil*. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23069636>
- Chen, C. H., Nosaka, K., Chen, H. L., Lin, M. J., Tseng, K. W., & Chen, T. C. (2011). Effects of flexibility training on eccentric exercise-induced muscle damage. *Med Sci Sports Exerc*, 43(3), 491-500. doi:10.1249/MSS.0b013e3181f315ad
- Chu, S. K., & Rho, M. E. (2016). Hamstring Injuries in the Athlete: Diagnosis, Treatment, and Return to Play. *Curr Sports Med Rep*, 15(3), 184-190. doi:10.1249/jsr.0000000000000264
- Correia, P., Santos, P., Mil-Homens, P., Gomes, M., Dias, A., & Valamatos, M. J. (2020).

- Rapid hamstrings to quadriceps ratio at long muscle lengths in professional football players with previous hamstring strain injury. *Eur J Sport Sci*, 20(10), 1405-1413. doi:10.1080/17461391.2020.1714741
- Croisier, J. L. (2004). Factors associated with recurrent hamstring injuries. *Sports Med*, 34(10), 681-695. doi:10.2165/00007256-200434100-00005
- Dallinga, J. M., Benjaminse, A., & Lemmink, K. A. (2012). Which screening tools can predict injury to the lower extremities in team sports?: a systematic review. *Sports Med*, 42(9), 791-815. doi:10.2165/11632730-000000000-00000
- Danielsson, A., Horvath, A., Senorski, C., Alentorn-Geli, E., Garrett, W. E., Cugat, R., . . . Hamrin Senorski, E. (2020). The mechanism of hamstring injuries - a systematic review. *BMC Musculoskelet Disord*, 21(1), 641. doi:10.1186/s12891-020-03658-8
- Farrokhi, S., Pollard, C. D., Souza, R. B., Chen, Y. J., Reischl, S., & Powers, C. M. (2008). Trunk position influences the kinematics, kinetics, and muscle activity of the lead lower extremity during the forward lunge exercise. *J Orthop Sports Phys Ther*, 38(7), 403-409. doi:10.2519/jospt.2008.2634
- Foreman, T. K., Addy, T., Baker, S., Burns, J., Hill, N., & Madden, T. (2006). Prospective studies into the causation of hamstring injuries in sport: A systematic review. *Physical Therapy in Sport*, 7(2), 101-109. doi:DOI 10.1016/j.ptsp.2006.02.001
- Fousekis, K., Tsepis, E., Poulmedis, P., Athanasopoulos, S., & Vagenas, G. (2011). Intrinsic risk factors of non-contact quadriceps and hamstring strains in soccer: a prospective study of 100 professional players. *Br J Sports Med*, 45(9), 709-714. doi:10.1136/bjism.2010.077560
- Freckleton, G., Cook, J., & Pizzari, T. (2014). The predictive validity of a single leg bridge test for hamstring injuries in Australian Rules Football Players. *Br J Sports Med*, 48(8), 713-717. doi:10.1136/bjsports-2013-092356
- Grazioli, R., Lopez, P., Andersen, L. L., Machado, C. L. F., Pinto, M. D., Cadore, E. L., & Pinto, R. S. (2019). Hamstring rate of torque development is more affected than maximal voluntary contraction after a professional soccer match. *Eur J Sport Sci*, 19(10), 1336-1341. doi:10.1080/17461391.2019.1620863
- Gronwald, T., Klein, C., Hoenig, T., Pietzonka, M., Bloch, H., Edouard, P., & Hollander,

- K. (2022). Hamstring injury patterns in professional male football (soccer): a systematic video analysis of 52 cases. *Br J Sports Med*, 56(3), 165-171. doi:10.1136/bjsports-2021-104769
- Gubler-Hanna, C., Laskin, J., Marx, B. J., & Leonard, C. T. (2007). Construct validity of myotonometric measurements of muscle compliance as a measure of strength. *Physiol Meas*, 28(8), 913-924. doi:10.1088/0967-3334/28/8/013
- Hawkins, R. D., Hulse, M. A., Wilkinson, C., Hodson, A., & Gibson, M. (2001). The association football medical research programme: an audit of injuries in professional football. *Br J Sports Med*, 35(1), 43-47. doi:10.1136/bjism.35.1.43
- Ishøi, L., Aagaard, P., Nielsen, M. F., Thornton, K. B., Krommes, K. K., Hölmich, P., & Thorborg, K. (2019). The Influence of Hamstring Muscle Peak Torque and Rate of Torque Development for Sprinting Performance in Football Players: A Cross-Sectional Study. *Int J Sports Physiol Perform*, 14(5), 665-673. doi:10.1123/ijsp.2018-0464
- Jones, R. I., Ryan, B., & Todd, A. I. (2015). Muscle fatigue induced by a soccer match-play simulation in amateur Black South African players. *J Sports Sci*, 33(12), 1305-1311. doi:10.1080/02640414.2015.1022572
- Lee, J. W. Y., Cai, M. J., Yung, P. S. H., & Chan, K. M. (2018). Reliability, Validity, and Sensitivity of a Novel Smartphone-Based Eccentric Hamstring Strength Test in Professional Football Players. *Int J Sports Physiol Perform*, 13(5), 620-624. doi:10.1123/ijsp.2017-0336
- Lee, J. W. Y., Mok, K. M., Chan, H. C. K., Yung, P. S. H., & Chan, K. M. (2018). Eccentric hamstring strength deficit and poor hamstring-to-quadriceps ratio are risk factors for hamstring strain injury in football: A prospective study of 146 professional players. *J Sci Med Sport*, 21(8), 789-793. doi:10.1016/j.jsams.2017.11.017
- Leonard, C. T., Brown, J. S., Price, T. R., Queen, S. A., & Mikhailenok, E. L. (2004). Comparison of surface electromyography and myotonometric measurements during voluntary isometric contractions. *J Electromyogr Kinesiol*, 14(6), 709-714. doi:10.1016/j.jelekin.2004.06.001
- Lopez-Minarro, P. A., & Rodriguez-Garcia, P. L. (2010). Hamstring muscle extensibility influences the criterion-related validity of sit-and-reach and toe-touch tests. *J Strength*

- Cond Res*, 24(4), 1013-1018. doi:10.1519/JSC.0b013e3181c7c60d
- Lord, C., Ma'ayah, F., & Blazeovich, A. J. (2018). Change in knee flexor torque after fatiguing exercise identifies previous hamstring injury in football players. *Scand J Med Sci Sports*, 28(3), 1235-1243. doi:10.1111/sms.13007
- Malliaropoulos, N., Mendiguchia, J., Pehlivanidis, H., Papadopoulou, S., Valle, X., Malliaras, P., & Maffulli, N. (2012). Hamstring exercises for track and field athletes: injury and exercise biomechanics, and possible implications for exercise selection and primary prevention. *Br J Sports Med*, 46(12), 846-851. doi:10.1136/bjsports-2011-090474
- Mendiguchia, J., Alentorn-Geli, E., & Brughelli, M. (2012). Hamstring strain injuries: are we heading in the right direction? *Br J Sports Med*, 46(2), 81-85. doi:10.1136/bjism.2010.081695
- Mendiguchia, J., Alentorn-Geli, E., Idoate, F., & Myer, G. D. (2013). Rectus femoris muscle injuries in football: a clinically relevant review of mechanisms of injury, risk factors and preventive strategies. *Br J Sports Med*, 47(6), 359-366. doi:10.1136/bjsports-2012-091250
- Mendiguchia, J., & Brughelli, M. (2011). A return-to-sport algorithm for acute hamstring injuries. *Phys Ther Sport*, 12(1), 2-14. doi:10.1016/j.ptsp.2010.07.003
- Mendiguchia, J., Conceicao, F., Edouard, P., Fonseca, M., Pereira, R., Lopes, H., . . . Jimenez-Reyes, P. (2020). Sprint versus isolated eccentric training: Comparative effects on hamstring architecture and performance in soccer players. *PLoS One*, 15(2), e0228283. doi:10.1371/journal.pone.0228283
- Mendiguchia, J., Garrues, M. A., Cronin, J. B., Contreras, B., Arcos, A. L., Malliaropoulos, N., . . . Idoate, F. (2012). Non-uniform changes in MRI measurements of the thigh muscles following two hamstring strengthening exercises. *J Strength Cond Res*. doi:10.1519/JSC.0b013e31825c2f38
- Murayama, M., Nosaka, K., Yoneda, T., & Minamitani, K. (2000). Changes in hardness of the human elbow flexor muscles after eccentric exercise. *Eur J Appl Physiol*, 82(5-6), 361-367. doi:10.1007/s004210000242
- Opar, D. A., Drezner, J., Shield, A., Williams, M., Webner, D., Sennett, B., . . . Cronholm, P. F. (2014). Acute hamstring strain injury in track-and-field athletes: A 3-year observational

- study at the Penn Relay Carnival. *Scand J Med Sci Sports*, 24(4), e254-259. doi:10.1111/sms.12159
- Opar, D. A., Piatkowski, T., Williams, M. D., & Shield, A. J. (2013). A Novel Device Using the Nordic Hamstring Exercise to Assess Eccentric Knee Flexors Strength: A Reliability and Retrospective Injury Study. *J Orthop Sports Phys Ther*. doi:10.2519/jospt.2013.4837
- Opar, D. A., Williams, M. D., Timmins, R. G., Dear, N. M., & Shield, A. J. (2013). Rate of torque and electromyographic development during anticipated eccentric contraction is lower in previously strained hamstrings. *Am J Sports Med*, 41(1), 116-125. doi:10.1177/0363546512462809
- Orchard, J., & Seward, H. (2002). Epidemiology of injuries in the Australian Football League, seasons 1997-2000. *Br J Sports Med*, 36(1), 39-44. doi:10.1136/bjism.36.1.39
- Pincheira, P. A., Boswell, M. A., Franchi, M. V., Delp, S. L., & Lichtwark, G. A. (2022). Biceps femoris long head sarcomere and fascicle length adaptations after 3 weeks of eccentric exercise training. *J Sport Health Sci*, 11(1), 43-49. doi:10.1016/j.jshs.2021.09.002
- Pinniger, G. J., Steele, J. R., & Groeller, H. (2000). Does fatigue induced by repeated dynamic efforts affect hamstring muscle function? *Med Sci Sports Exerc*, 32(3), 647-653. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10731008>
- Piqueras-Sanchiz, F., Martín-Rodríguez, S., Martínez-Aranda, L. M., Lopes, T. R., Raya-González, J., García-García, Ó., & Nakamura, F. Y. (2019). Effects of moderate vs. high iso-inertial loads on power, velocity, work and hamstring contractile function after flywheel resistance exercise. *PLoS One*, 14(2), e0211700. doi:10.1371/journal.pone.0211700
- Prior, M., Guerin, M., & Grimmer, K. (2009). An evidence-based approach to hamstring strain injury: a systematic review of the literature. *Sports Health*, 1(2), 154-164. doi:10.1177/1941738108324962
- Prior, S., Mitchell, T., Whiteley, R., O'Sullivan, P., Williams, B. K., Racinais, S., & Farooq, A. (2014). The influence of changes in trunk and pelvic posture during single leg standing on hip and thigh muscle activation in a pain free population. *BMC Sports Sci Med Rehabil*, 6(1), 13. doi:10.1186/2052-1847-6-13

- Reurink, G., Goudswaard, G. J., Tol, J. L., Verhaar, J. A., Weir, A., & Moen, M. H. (2012). Therapeutic interventions for acute hamstring injuries: a systematic review. *Br J Sports Med*, 46(2), 103-109. doi:10.1136/bjsports-2011-090447
- Schache, A. G., Dorn, T. W., Blanch, P. D., Brown, N. A., & Pandy, M. G. (2012). Mechanics of the human hamstring muscles during sprinting. *Med Sci Sports Exerc*, 44(4), 647-658. doi:10.1249/MSS.0b013e318236a3d2
- Schmitt, B., Tim, T., & McHugh, M. (2012). Hamstring injury rehabilitation and prevention of reinjury using lengthened state eccentric training: a new concept. *Int J Sports Phys Ther*, 7(3), 333-341. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22666648>
- Sconce, E., Jones, P., Turner, E., Comfort, P., & Graham-Smith, P. (2015). The validity of the nordic hamstring lower for a field-based assessment of eccentric hamstring strength. *J Sport Rehabil*, 24(1), 13-20. doi:10.1123/JSR.2013-0097
- Sherry, M. A., & Best, T. M. (2004). A comparison of 2 rehabilitation programs in the treatment of acute hamstring strains. *J Orthop Sports Phys Ther*, 34(3), 116-125. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15089024>
- Thelen, D. G., Chumanov, E. S., Hoerth, D. M., Best, T. M., Swanson, S. C., Li, L., . . . Heiderscheit, B. C. (2005). Hamstring muscle kinematics during treadmill sprinting. *Med Sci Sports Exerc*, 37(1), 108-114. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15632676>
- Turl, S. E., & George, K. P. (1998). Adverse neural tension: a factor in repetitive hamstring strain? *J Orthop Sports Phys Ther*, 27(1), 16-21. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9440036>
- Verma, S., Moiz, J. A., Shareef, M. Y., & Husain, M. E. (2015). Physical performance and markers of muscle damage following sports specific sprints in male collegiate soccer players: repeated bout effect. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26129915>
- Verrall, G. M., Slavotinek, J. P., Barnes, P. G., Fon, G. T., & Spriggins, A. J. (2001). Clinical risk factors for hamstring muscle strain injury: a prospective study with correlation of injury by magnetic resonance imaging. *Br J Sports Med*, 35(6), 435-439; discussion 440. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11726483>

- Widodo, A. F., Tien, C. W., Chen, C. W., & Lai, S. C. (2022). Isotonic and Isometric Exercise Interventions Improve the Hamstring Muscles' Strength and Flexibility: A Narrative Review. *Healthcare (Basel)*, 10(5). doi:10.3390/healthcare10050811
- Zeren, B., & Oztekin, H. H. (2006). A new self-diagnostic test for biceps femoris muscle strains. *Clin J Sport Med*, 16(2), 166-169. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16603888>

Diagnosis of Hamstring Function and Injury: Methodology Overview

Xiang Dai¹, Chi Chu Liu², Ming Chia Weng³, Che Hsiu Chen¹

¹ Department of Sports Performance, National Taiwan University of Sport

² Department of Ball Sports, National Taiwan University of Sport

³ Department of Physical Education, Chinese Culture University

Abstract

Factors associated with hamstring injuries are accompanied by various elements, including inadequate warm-up, insufficient warm-up, lack of flexibility, excessive tension, muscle imbalance, insufficient gluteal muscle strength, fatigue, and inadequate muscle length. These factors, especially, are common in high-speed sprinting or rapid changes in direction sports. This article aims to introduce, firstly, the impact of different types of exercises on the hamstring (running, the repeated training effect in running, and types of lower limb stretches), and secondly, methods for predicting and diagnosing hamstring injuries (clinical tests and functional on-field tests). It provides coaches with a clearer understanding of hamstring training methods and assessment tools for use in future training environments, incorporating individual training or periodized training plans. This further strengthens the need for adjustments in training strategies for athletes involved in sprinting, high explosiveness, high-speed eccentric, and repetitive movement sports. Additionally, by implementing pre-treatment warm-up methods to enhance muscle strength and stiffness, it aims to improve athletic performance and prevent hamstring injuries. In clinical settings, predicting the probability of hamstring injuries can be done through multi-faceted diagnostic approaches. Through a literature review, this article aims to convey relevant information about the

hamstring, facilitating sports coaches, trainers, physiotherapists, and sports enthusiasts to gain a deeper practical understanding. Whether it is sprint training, stretching exercises, manual testing, or the use of sports science-related instruments for assistance, these can serve as future reference bases.

Keywords: warm up, fatigue, strength, eccentric training