



12-31-2022

Diagnosis and Treatment of Stroke-related Sarcopenia: A Narrative reviewarticle

Szu-Han Chen

Tieh-Cheng Fu

Follow this and additional works at: <https://rps.researchcommons.org/journal>

 Part of the [Rehabilitation and Therapy Commons](#)

Recommended Citation

Chen, Szu-Han and Fu, Tieh-Cheng (2022) "Diagnosis and Treatment of Stroke-related Sarcopenia: A Narrative reviewarticle," *Rehabilitation Practice and Science*: Vol. 50: Iss. 2, Article 2.

DOI: [https://doi.org/10.6315/TJPMR.202212_50\(2\).0002](https://doi.org/10.6315/TJPMR.202212_50(2).0002)

Available at: <https://rps.researchcommons.org/journal/vol50/iss2/2>

This Review Article is brought to you for free and open access by Rehabilitation Practice and Science. It has been accepted for inclusion in Rehabilitation Practice and Science by an authorized editor of Rehabilitation Practice and Science. For more information, please contact twpmrscore@gmail.com.

腦中風併發的肌少症之診斷與治療：文獻回顧

陳思翰 傅鐵城

長庚財團法人基隆長庚紀念醫院 復健部

腦中風會造成患者肢體的功能缺損，同時伴以活動量減少，營養攝取不夠以及慢性發炎狀態，因而有偏高的肌少症發生率。肌少症會進一步影響中風病患的肢體功能與生活品質，所以肌少症對中風病患是一個重要的健康議題。目前文獻對於腦中風患者病發的肌少症之診斷與治療的研究仍然相當有限。本文擬以現有的文獻證據來對腦中風後之肌少症之診斷與治療做一個討論。(台灣復健醫誌 2022；50(2)：95 - 102)

關鍵詞：腦中風(stroke)，肌少症(sarcopenia)，診斷(diagnosis)，治療(intervention)

前言

中風患者肌少症發生的成因與盛行率

在 2014 年，亞洲肌少症共識會將肌少症定義為“與年齡相關的肌肉質量、肌肉力量與肌肉功能的減退”。^[9]事實上，肌少症的成因不只有年齡老化，營養不良、嚴重的低活動量、或者系統性疾病如感染、腫瘤、或神經系統疾病也都可以造成肌少症。^[19,24,40,42]腦中風患者往往因為一系列的機轉，包括臥床、活動減少、飲食量下降、交感神經系統興奮、慢性發炎、以及肌肉的去神經支配(denervation)等等，造成肌少症的發生，可算是一種續發性(secondary)的肌少症。最近的統合分析結果，中風病患肌少症統合發生率為 42% (95% CI:33%-52%)，在七個收錄之研究中，發生率範圍介於 17%到 60%之間。^[48]因此，如何早期診斷、早期預防與治療中風併發的肌少症，成為當前醫療照護者的一個新課題。

文獻回顧

一、文獻搜尋

本文在文獻搜尋過程中，使用 PubMed、Embase、Cochrane database 等資料庫，以及搜尋引擎 Google。我們使用的關鍵字為“stroke”、“sarcopenia”，其他關鍵字則是根據我們所進行寫作的主題分別包含：“hand strength”、“absorptiometry, photon”、“ultrasonography”、“resistance training”、“exercise”、“nutrition therapy”、“protein”、“electric stimulation”、“physical therapy modality”、“drug therapy”、“testosterone”、“growth hormone”(如表一)在文獻搜尋的過程中我們沒有設定文章出版年代的篩選功能。我們收錄的文獻包含 1.原創性的文獻，2.觀察型的文獻，3.動物實驗，4.語言設定為英語文獻。並且在搜尋到的文獻中，我們也對其所引用的文獻進行評讀，將相關的文獻納入我們的寫作。

在完成文獻的搜尋後，作者與指導作者進行文獻評讀，並且盡量選擇內容較相關、證據等級較高、以及年代較接近的文獻納入我們的寫作。

投稿日期：111 年 2 月 28 日 修改日期：111 年 4 月 11 日 接受日期：111 年 5 月 13 日

通訊作者：傅鐵城醫師，長庚財團法人基隆長庚紀念醫院復健科，基隆市 20401 安樂區麥金路 222 號。

電話：(02) 24329292 轉 2725 E-mail：fic6481@gmail.com

doi: 10.6315/TJPMR.202212_50(2).0002

表 1. 文獻搜尋方法

關鍵字	pubmed 篇數	embase 篇數	cochrane 篇數	total
stroke and sarcopenia	316	591	19	926
stroke and sarcopenia and hand strength	46	55	2	103
stroke and sarcopenia and absorptionmetry, photon	13	0	0	13
stroke and sarcopenia and ultrasonography	36	5	0	41
stroke and sarcopenia and resistance training	8	26	6	40
stroke and sarcopenia and exercise	74	118	12	204
stroke and sarcopenia and nutrition therapy	35	0	2	37
stroke and sarcopenia and protein	58	134	11	203
stroke and sarcopenia and electric stimulation	3	1	0	4
stroke and sarcopenia and physical therapy modality	13	0	0	13
stroke and sarcopenia and drug therapy	26	96	2	124
stroke and sarcopenia and testosterone	6	20	0	26
stroke and sarcopenia and growth hormone	3	18	0	21

二、腦中風併發肌少症之病生理

腦中風的患者在中樞神經受損後，中樞神經之下運動神經元所產生的抑制訊號會減少；在長期缺乏中樞神經的抑制訊號下，運動單位會產生去神經支配化，進而造成肌肉容積的明顯減少，同時伴隨骨骼肌脂肪比率的增加，這樣造成了肌肉萎縮、肢體功能的缺失以及生活的低活動量。^[12,24]中風患者在腦神經元受傷後，運動單元的神經再支配過程中，會產生肌肉纖維類別的改變，在文獻中，研究學者曾收錄了十三位中風後超過六個月的患者，對他們的股四頭肌外側肌(Vastus Lateralis)進行肌肉切片，結果發現在這些患者的患側肢體中，第二型肌肉纖維的比例明顯較健側肢體多，並且發現第二型肌肉纖維的增加與患者步行能力的下降呈現統計學上顯著的相關。^[1]而我們的骨骼肌肉類別中，一共有第一型肌肉纖維、第二型肌肉纖維 MHC IIa、第二型肌肉纖維 MHC IIx 三種肌肉纖維。第一型肌肉纖維(Myosin heavy chain type I)是透過有氧代謝途徑獲取能量，並且進行持久性收縮的慢肌，而第二型肌肉纖維(Myosin heavy chain type II)又可以分為 MHC IIx 以及 MHCIIa。雖然兩種第二型肌肉纖維都是進行短時間爆發力收縮的快肌，然 MHC IIx 主要是透過無氧代謝途徑獲取能量，而 MHC IIa 則是透過無氧代謝與有氧代謝獲取能量。^[14]在中風發生後，患者時常因肢體功能運用能力受限，減少使用患側肢體，致使肌肉長期處於休息狀態。這樣的休息狀態改變了我們基因以及 mRNA 的表現，致使反轉錄過程中

表現增加了我們 MHC IIx 的肌肉纖維類別的比例。第二型肌肉纖維雖然可以進行爆發力收縮但缺乏持久收縮的能力，因此影響到中風患者動作控制的品質與能力，也因此導致我們上述研究中步行能力的下降與肌肉纖維類別之間的相關性表現。第二型肌肉纖維增加的情況下，容易使患者患側肢體對日常生活功能的執行效率惡化，這也間接促進了患側的肢體的失能與失用，再次加重肌少症的嚴重度。^[11,14,16]

此外，中風患者經常會合併自律神經失調、疾病造成的慢性生理壓力、低活動量所造成的分解性代謝增加與軀幹脂肪的堆積、以及吞嚥障礙所造成的營養失衡。^[1,8,20,24,45]這些因素會使人體內處在一個慢性的發炎反應，因而產生腫瘤壞死因子(TNF-alpha)等發炎因子與自由基，致使蛋白質的合成減少、蛋白質的分解增加、與肌肉組織間的脂肪細胞堆積，^[25,37,43,45]最終導致肌肉的質量、力量與功能的衰退。

三、中風患者肌少症的篩檢方法

雖然現今的肌少症指引已經提供一套完整的篩檢與治療建議，^[10]可以適用於一般健康長者；然而這樣的指引在神經系統缺失的病人(像腦中風患者)，仍有不適用之處。現今的肌少症治療指引建議對疑似肌少症的個案進行肌肉質量、肌肉力量與肌肉功能的篩檢，並提供 SARC-CalF 量表做為篩檢的參考指引。^[10]SARC-CalF 量表評估項目包含提取重物能力、行走能力、從椅子站起能力、爬樓梯能力、過去一年跌倒頻率、與小腿圍之量測。在肌肉質量、肌肉力量與肌肉

功能這三項篩檢中,肌肉質量的檢測是中風病患最容易執行的。在 Su et al^[48]針對中風所併發肌少症發生率的統合分析中,所收錄的七個研究均有報告肌肉質量數據,然而只有五個研究有報告肌肉力量的檢測結果,沒有任一個研究報告了肌肉功能的檢測;可見肌肉力量與肌肉功能檢測在中風病患的執行有其困難度。

四、肌肉質量篩檢

目前肌肉質量檢測以雙能量掃描儀(DXA, dual energy x-ray absorptiometry)為主要的方式,也是中風病患比較容易執行的檢查項目。雖然在健康的族群中這樣的檢測有良好的信度與效度,然而在中風患者族群,這樣的檢測是否能提供良好的診斷參考面臨了挑戰。過去有研究發現,若對於中風患者的患側大腿同時進行雙能量掃描儀與電腦斷層的檢測,結果發現雙能量掃描儀的結果顯示患側大腿的整體質量平均減少3-4%,然而電腦斷層檢測顯示腦中風患者患側大腿的肌肉質量較健側平均減少20%,這樣的差距在統計學上呈現顯著的差異。^[39]所以雙能量掃描儀在腦中風患者患側的肌肉質量檢測之價值仍需等未來更多研究來確認。

近期有研究指出超音波可以做為中風患者的肌肉質量的評估工具。^[18]文獻指出,利用超音波對於脛前肌(tibialis anterior muscle)與內側腓腸肌(medial gastrocnemius)的量測結果與生物阻抗分析(bioimpedance analysis)量測所得的結果有高度顯著的統計學相關。^[18]另外有研究指出,在健康的長者族群中,超音波量測所獲得的肌肉質量結果與電腦斷層檢查(computed tomography)、核磁共振檢查(magnetic resonance imaging)所獲得之結果有良好的相關性。^[49]所以超音波或許可以成為中風患者肌肉質量篩檢的另一個簡便方案。

五、肌肉力量檢測

前面所提到的系統回顧^[48]數據顯示,在中風病患有些肌肉力量檢查可能無法執行。如果依照目前指引來進行肌肉力量測量,腦中風患者需要進行提取重物與握力測試。^[10]如果有辦法在正確的擺位與執行下,握力測試的確可作為腦中風患者肌肉力量量測的良好方式。^[18,28]有研究顯示,握力測試的結果與腦中風病患的健康狀態、住院率、營養狀態與自我照顧的能力呈現顯著的相關性。^[34]若對檢測的準確性進行探討,近期一篇統合分析指出,不管是健康族群、骨骼肌肉受傷族群、中風與神經損傷族群以及系統性疾病之族群,握力測試在肌力評估上都有良好的信度與效度。^[5]

所以握力測試可以做為腦中風患者肌少症篩檢之良好量測指標。然而對於因中樞神經缺損導致無法執行完整抓握動作患者,握力測試可能會產生誤差。對於這類患者,近期有文獻指出「醫學研究會議肌力分數量表」(Medical Research Council sum score)的分數與握力測試結果有良好的相關性,^[18]可以作為無法執行握力測試患者的替代方案。

六、肌肉功能測試

根據現行指引,肌肉功能測試包含行走能力、從椅子站起能力、爬樓梯能力、過去一年跌倒頻率。雖然功能良好的腦中風患者確實可以根據現行指引進行評估,然肢體功能較差的患者可能在執行檢測上會面臨相當的困難,而其作出的結果與其肌肉量的相關性也可能會因此有所改變。根據 Su et al^[48]的系統回顧與統合分析顯示,幾乎所有的研究都無法對腦中風病患進行肌肉功能測試。不過近期有文獻指出,對於能夠行走的腦中風患者,使用走路速度測試與柏格氏平衡量表(Berg balance scale)可以提供良好的肌肉功能測試。^[18]

七、中風所併發肌少症的治療

1. 復健運動(rehabilitation exercise)

中風如果合併肌少症,容易加重肢體功能障礙,引起肢體失能與失用,因此中風合併肌少症患者的介入治療非常重要。在健康族群中肌少症的治療需以阻力訓練(resistance training)去提升肌肉的質量與力量。^[10]然文獻指出,中風患者的心肺適能較正常族群差,並且有較高的心血管疾病風險,^[22,26]因此,中風合併肌少症的患者須同時進行阻力訓練與有氧運動去改善患者的整體功能。^[23]近期的統合分析文獻指出,中風患者若可持續20週,每周三次的中強度有氧運動以及阻力訓練,可以有效的改善心肺適能、肌肉力量與走路能力。^[23]

2. 物理治療(physical therapy modality)

目前已有一些研究探討物理治療對於肌少症的治療效果。有統合分析指出全身震動儀器(whole body vibration)用來治療一般的年長者之肌少症可以有效改善膝蓋伸展肌群的力量。^[41]至於肌肉電刺激治療(electrical stimulation),在統合分析的結果中未能呈現顯著的肌肉力量改善,因為目前所能收錄到的研究數目只有兩篇,所以肌肉電刺激對改善肌肉的力量的效果尚待更多研究來釐清。^[41]目前針對中風併發的肌少症之物理治療研究相當少,所以尚未能在物理治療上給予明確的建議。

3. 營養補充

中風病患時常會合併吞嚥困難與神經性腸道問題，造成營養失衡與肌肉質量減退。在健康的肌少症族群中，有研究指出每日每公斤體重補充 1.0 克蛋白質可以維持基本的肌肉量。若每日每公斤體重補充 1.0 至 1.5 克蛋白質搭配運動治療，可有效增加肌肉質量。^[2,7,31]而蛋白質中，雖然部分文獻認為白胺酸(leucine)最能有效促進肌肉生長。^[38]然而，系統性回顧文獻指出，白胺酸對於肌肉質量、力量與功能的改善效果，目前僅肌肉質量改善之效果有比較好的證據，對於肌肉力量與肌肉功能的改善效果，未來仍需更多文獻提供我們證據。^[27]

近期日本的學者也對四十歲以上腦中風住院復健病患，進行連續八周，每日給予 10 公克富含白胺酸的蛋白質與胺基酸補充品，結果證實這樣的補充方式合併復健治療可以改善中風病患的肌肉質量、下肢肌肉力量與柏格氏平衡量表(Berg balance scale)分數。^[17]另一份文獻則是提出營養與蛋白質的補充應根據患者的病情進行個別化調整；文獻收錄了四百二十六位中風入住復健病房的患者，其患者族群中有 192 位患者被診斷有肌少症。研究設計對每一位患者根據其年齡、性別、活動能力與內科疾病狀況進行蛋白質每公斤每日 0.8 至 1.2 克的補充，並且將其飲食質地與其他營養成分進行個別化調整。研究結果顯示調整飲食質的與內容之頻率多寡與患者出院時的功能獨立性評定(Functional Independence Measure)分數進步呈現顯著的正相關性；然而這樣個別化的調整，在肌肉質量上並沒有造成顯著的改善。^[44]上述兩個不同的文獻結論顯示，腦中風合併肌少症患者營養補充成功與否可能受到蛋白質補充量、飲食內容與質地的調整頻率等因素影響。未來，我們需要更多文獻告訴我們怎麼樣的營養補充策略，才能最有效的改善中風合併肌少症患者的肌肉力量、質量與功能。

4. 藥物治療

雖然目前許多文獻在研究藥物治療對肌肉質量、力量與功能的改善效果，然而這些研究結果未能提供良好的高等級證據以供臨床做為準則；此外，每種藥物都會有嚴重度不一的副作用，因此中風合併肌少症的患者是否可使用藥物介入治療仍需更多研究證實。以下是治療一般年長者所合併肌少症的可考慮藥物：

4.1 睪固酮(testosterone)

睪固酮(testosterone)是人體內的生理激素，透過調節肌肉細胞內染色體的表現，可以促進蛋

白質合成與肌肉細胞的增生，並且減少脂肪細胞的聚集與增生。^[15]年長者隨著年齡的增長，睪固酮激素分泌會逐漸降低，而肌肉質量也呈現相關性的減少。^[3,29,32]研究指出，透過睪固酮的補充，衰老的年長者與心衰竭病患皆可獲的肌肉力量與行走距離的改善，^[6,46,50]且睪固酮改善肌肉力量的效果不分性別。^[30]睪固酮的補充可以增加肌肉質量並減少脂肪質量；在動物實驗中，高劑量的睪固酮補充可以有效改善老化所帶來的肌肉改變。^[21,51]然而，睪固酮的補充會有相應的風險，包含心血管疾病、攝護腺癌、體液滯留等風險。^[33]同時，過去研究指出，雖然低劑量睪固酮的治療被證實可以改善肌肉質量、肌肉力量與生活品質，然這樣的效果在停藥六個月內會失效。^[35,47]至於睪固酮用於中風合併肌少症患者的治療效果，目前仍缺乏研究證據。

4.2 雄性素受體調節劑(selective androgen receptor modulator)

雄性素受體調節劑可以減少睪固酮產生的副作用，但對肌少症的治療效果仍缺乏較大型研究來證實。有些文獻指出，雄性素受體調節劑可有效改善女性的肌肉質量、爬樓梯能力、行走能力等肌肉功能，但無法改善肌肉力量。^[13,36]然而雄性素受體調節劑的使用會增加病患心血管疾病副作用的發生。^[33,36]整體來說，雄性素受體調節劑的效果與副作用並沒有顯著優於睪固酮的補充，^[33]而且使用在中風所併發肌少症的利弊也缺乏文獻證據。

4.3 生長激素(growth hormone)

有研究報告，生長激素的使用可以增加年長者的淨體重(lean body weight)；若生長激素搭配睪固酮使用八周，更可以有效增加年長者的肌肉質量。^[4]不過長期使用生長激素亦可能造成腕隧道症候群、高血糖、骨骼肌肉疼痛與水腫的發生。^[33]此外，生長激素使用在中風併發的肌少症之成效仍缺文獻報告。

結 語

中風所造成的肌少症會嚴重的惡化中風病患的活動力與生活品質，是當前中風病人照顧上的一個重要議題。目前的治療指引雖提供一般族群肌少症患者一個良好的篩檢與治療方針，然而對於腦中風患者而言，仍存在有一些不適切之處。依照現在的文獻證據，我們可以確定適當的阻力訓練與有氧訓練，搭配蛋白

質與營養補充，可以協助改善肌少症的狀態。未來需要更多的研究，來協助我們建立中風併發肌少症族群的診斷篩檢工具以及標準，同時也要找出真正有效的治療方法，以促進腦中風所併發肌少症患者的健康狀態與生活品質。

參考文獻

1. Ajmo CT, Jr., Collier LA, Leonardo CC, et al. Blockade of adrenoreceptors inhibits the splenic response to stroke. *Exp Neurol* 2009;218:47-55.
2. Arnal MA, Mosoni L, Boirie Y, et al. Protein pulse feeding improves protein retention in elderly women. *Am J Clin Nutr* 1999;69:1202-8.
3. Baumgartner RN, Waters DL, Gallagher D, et al. Predictors of skeletal muscle mass in elderly men and women. *Mech Ageing Dev* 1999;107:123-36.
4. Blackman MR, Sorkin JD, Münzer T, et al. Growth hormone and sex steroid administration in healthy aged women and men: a randomized controlled trial. *Jama* 2002;288:2282-92.
5. Bobos P, Nazari G, Lu Z, et al. Measurement Properties of the Hand Grip Strength Assessment: A Systematic Review With Meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil* 2020;101:553-65.
6. Caminiti G, Volterrani M, Iellamo F, et al. Effect of long-acting testosterone treatment on functional exercise capacity, skeletal muscle performance, insulin resistance, and baroreflex sensitivity in elderly patients with chronic heart failure a double-blind, placebo-controlled, randomized study. *J Am Coll Cardiol* 2009;54:919-27.
7. Campbell WW. Synergistic use of higher-protein diets or nutritional supplements with resistance training to counter sarcopenia. *Nutr Rev* 2007;65:416-22.
8. Chang KV, Wu WT, Huang KC, et al. Segmental body composition transitions in stroke patients: Trunks are different from extremities and strokes are as important as hemiparesis. *Clin Nutr* 2020;39:1968-73.
9. Chen LK, Liu LK, Woo J, et al. Sarcopenia in Asia: consensus report of the Asian Working Group for Sarcopenia. *J Am Med Dir Assoc* 2014;15:95-101.
10. Chen LK, Woo J, Assantachai P, et al. Asian Working Group for Sarcopenia: 2019 Consensus Update on Sarcopenia Diagnosis and Treatment. *J Am Med Dir Assoc* 2020;21:300-7.e2.
11. De Deyne PG, Hafer-Macko CE, Ivey FM, et al. Muscle molecular phenotype after stroke is associated with gait speed. *Muscle Nerve* 2004;30:209-15.
12. Drey M, Krieger B, Sieber CC, et al. Motoneuron loss is associated with sarcopenia. *J Am Med Dir Assoc* 2014;15:435-9.
13. Frisoli A, Jr., Chaves PH, Pinheiro MM, et al. The effect of nandrolone decanoate on bone mineral density, muscle mass, and hemoglobin levels in elderly women with osteoporosis: a double-blind, randomized, placebo-controlled clinical trial. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2005;60:648-53.
14. Hafer-Macko CE, Ryan AS, Ivey FM, et al. Skeletal muscle changes after hemiparetic stroke and potential beneficial effects of exercise intervention strategies. *J Rehabil Res Dev* 2008;45:261-72.
15. Haren MT, Siddiqui AM, Armbrecht HJ, et al. Testosterone modulates gene expression pathways regulating nutrient accumulation, glucose metabolism and protein turnover in mouse skeletal muscle. *Int J Androl* 2011;34:55-68.
16. Hortobágyi T, Dempsey L, Fraser D, et al. Changes in muscle strength, muscle fibre size and myofibrillar gene expression after immobilization and retraining in humans. *J Physiol* 2000;524 Pt 1:293-304.
17. Ikeda T, Morotomi N, Kamono A, et al. The Effects of Timing of a Leucine-Enriched Amino Acid Supplement on Body Composition and Physical Function in Stroke Patients: A Randomized Controlled Trial. *Nutrients* 2020;12.
18. Jung HJ, Lee YM, Kim M, et al. Suggested Assessments for Sarcopenia in Patients With Stroke Who Can Walk Independently. *Ann Rehabil Med* 2020;44:20-37.
19. Kilgour RD, Vigano A, Trutschnigg B, et al. Cancer-related fatigue: the impact of skeletal muscle mass and strength in patients with advanced cancer. *J Cachexia Sarcopenia Muscle* 2010;1:177-85.
20. Knops M, Werner CG, Scherbakov N, et al. Investigation of changes in body composition, metabolic profile and skeletal muscle functional capacity in ischemic stroke patients: the rationale and design of the Body Size in Stroke Study (BoSSS). *J Cachexia Sarcopenia Muscle* 2013;4:199-207.

21. Kovacheva EL, Hikim AP, Shen R, et al. Testosterone supplementation reverses sarcopenia in aging through regulation of myostatin, c-Jun NH2-terminal kinase, Notch, and Akt signaling pathways. *Endocrinology* 2010;151:628-38.
22. Kurl S, Laukkanen JA, Rauramaa R, et al. Cardiorespiratory fitness and the risk for stroke in men. *Arch Intern Med* 2003;163:1682-8.
23. Lee J, Stone AJ. Combined Aerobic and Resistance Training for Cardiorespiratory Fitness, Muscle Strength, and Walking Capacity after Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 2020;29:104498.
24. Li W, Yue T, Liu Y. New understanding of the pathogenesis and treatment of stroke-related sarcopenia. *Biomed Pharmacother* 2020;131:110721.
25. Lu LF, Yang SS, Wang CP, et al. Elevated visfatin/pre-B-cell colony-enhancing factor plasma concentration in ischemic stroke. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 2009;18:354-9.
26. Macko RF, Katzell LI, Yataco A, et al. Low-velocity graded treadmill stress testing in hemiparetic stroke patients. *Stroke* 1997;28:988-92.
27. Martínez-Arnau FM, Fonfría-Vivas R, Cauli O. Beneficial Effects of Leucine Supplementation on Criteria for Sarcopenia: A Systematic Review. *Nutrients* 2019;11.
28. Mathiowetz V, Weber K, Volland G, et al. Reliability and validity of grip and pinch strength evaluations. *J Hand Surg Am* 1984;9:222-6.
29. Morley JE, Kaiser FE, Perry HM, 3rd, et al. Longitudinal changes in testosterone, luteinizing hormone, and follicle-stimulating hormone in healthy older men. *Metabolism* 1997;46:410-3.
30. Morley JE, Perry HM, 3rd. Androgens and women at the menopause and beyond. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2003;58:M409-16.
31. Morley JE, Argiles JM, Evans WJ, et al. Nutritional recommendations for the management of sarcopenia. *J Am Med Dir Assoc* 2010;11:391-6.
32. Morley JE. Should frailty be treated with testosterone? *Aging Male* 2011;14:1-3.
33. Morley JE. Pharmacologic Options for the Treatment of Sarcopenia. *Calcif Tissue Int* 2016;98:319-33.
34. Norman K, Stobäus N, Gonzalez MC, et al. Hand grip strength: outcome predictor and marker of nutritional status. *Clin Nutr* 2011;30:135-42.
35. O'Connell MD, Roberts SA, Srinivas-Shankar U, et al. Do the effects of testosterone on muscle strength, physical function, body composition, and quality of life persist six months after treatment in intermediate-frail and frail elderly men? *J Clin Endocrinol Metab* 2011;96:454-8.
36. Papanicolaou DA, Ather SN, Zhu H, et al. A phase IIA randomized, placebo-controlled clinical trial to study the efficacy and safety of the selective androgen receptor modulator (SARM), MK-0773 in female participants with sarcopenia. *J Nutr Health Aging* 2013;17:533-43.
37. Reid MB, Li YP. Tumor necrosis factor-alpha and muscle wasting: a cellular perspective. *Respir Res* 2001;2:269-72.
38. Rieu I, Balage M, Sornet C, et al. Leucine supplementation improves muscle protein synthesis in elderly men independently of hyperaminoacidaemia. *J Physiol* 2006;575:305-15.
39. Ryan AS, Dobrovolsky CL, Smith GV, et al. Hemiparetic muscle atrophy and increased intramuscular fat in stroke patients. *Arch Phys Med Rehabil* 2002;83:1703-7.
40. Ryan AS, Ivey FM, Serra MC, et al. Sarcopenia and Physical Function in Middle-Aged and Older Stroke Survivors. *Arch Phys Med Rehabil* 2017;98:495-9.
41. Šarabon N, Kozinc Ž, Löfler S, et al. Resistance Exercise, Electrical Muscle Stimulation, and Whole-Body Vibration in Older Adults: Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *J Clin Med* 2020;9.
42. Schefold JC, Bierbrauer J, Weber-Carstens S. Intensive care unit-acquired weakness (ICUAW) and muscle wasting in critically ill patients with severe sepsis and septic shock. *J Cachexia Sarcopenia Muscle* 2010;1:147-57.
43. Scherbakov N, Dirnagl U, Doehner W. Body weight after stroke: lessons from the obesity paradox. *Stroke* 2011;42:3646-50.
44. Shimazu S, Yoshimura Y, Kudo M, et al. Frequent and personalized nutritional support leads to improved nutritional status, activities of daily living, and dysphagia after stroke. *Nutrition* 2021;83:111091.

45. Springer J, Schust S, Peske K, et al. Catabolic signaling and muscle wasting after acute ischemic stroke in mice: indication for a stroke-specific sarcopenia. *Stroke* 2014;45:3675-83.
46. Srinivas-Shankar U, Roberts SA, Connolly MJ, et al. Effects of testosterone on muscle strength, physical function, body composition, and quality of life in intermediate-frail and frail elderly men: a randomized, double-blind, placebo-controlled study. *J Clin Endocrinol Metab* 2010;95:639-50.
47. Stout M, Tew GA, Doll H, et al. Testosterone therapy during exercise rehabilitation in male patients with chronic heart failure who have low testosterone status: a double-blind randomized controlled feasibility study. *Am Heart J* 2012;164:893-901.
48. Su Y, Yuki M, Otsuki M. Prevalence of stroke-related sarcopenia: A systematic review and meta-analysis. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 2020;29:105092.
49. Ticinesi A, Meschi T, Narici MV, et al. Muscle Ultrasound and Sarcopenia in Older Individuals: A Clinical Perspective. *J Am Med Dir Assoc* 2017;18:290-300.
50. Travison TG, Basaria S, Storer TW, et al. Clinical meaningfulness of the changes in muscle performance and physical function associated with testosterone administration in older men with mobility limitation. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2011;66:1090-9.
51. Wolfe R, Ferrando A, Sheffield-Moore M, et al. Testosterone and muscle protein metabolism. *Mayo Clin Proc* 2000;75 Suppl:S55-9; discussion S9-60.

Diagnosis and Treatment of Stroke-related Sarcopenia: A Narrative Review

Szu-Han Chen, Tieh-Cheng Fu

Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Chang Gung Memorial Hospital, Keelung.

Stroke patients have a high prevalence of sarcopenia due to the presence of several risk factors, including immobilization, impaired feeding, sympathetic activation, inflammation, and denervation. The occurrence of sarcopenia further exacerbates the disability caused by the stroke. Thus, appropriate diagnosis and intervention for sarcopenia is an important health issue for the stroke population. The article discusses the dilemma in diagnostic tests and potential treatment for stroke-related sarcopenia based on the currently available literature evidence. (Tw J Phys Med Rehabil 2022; 50(2): 95 - 102)

Key Words: stroke, sarcopenia, diagnosis, intervention