預防在工作場所內滑倒、絆倒及跌倒的運動方案



2023

目錄

1 摘要 1
1.1 背景 1
1.2 防跌倒運動方案 2
1.3 總結及建議 4
2 簡介 5
2.1 項目概況 8
2.2 研究目的 9
3 文獻綜述：工作場所跌倒現況與趨勢 11
3.1 引言 11
3.2 香港工作場所的跌倒情況 12
3.2.1 香港所有工作場所的跌倒個案（致命和非致命合計） 13
3.2.2 香港工作場所跌倒的非致命個案 14
3.2.3 香港工作場所跌倒的致命個案 19
3.3 所有工作場所跌倒情況 21
3.3.1 所有工作場所跌倒個案（致命和非致命合計） 21
3.3.2 非致命跌倒個案 22
3.3.3 工作場所跌倒的致命個案 28
3.3.4 因跌倒而損失的工作時間 29
3.3.5 賠償 30
3.4 工作場所滑倒、絆倒和在同一高度跌倒（STF） 32
3.4.1 所有工作場所滑倒、絆倒和在同一高度跌倒個案（致命和非致命合計） 32
3.4.2 工作場所滑倒、絆倒或在同一高度跌倒的非致命個案 33
3.4.3 工作場所滑倒、絆倒或在同一高度跌倒的致命個案 42
3.5 在工作場所從高處墮下 43
3.5.1 所有在工作場所從高處墮下（致命和非致命合計） 43
3.5.2 在工作場所從高處墮下的非致命個案 44
3.5.3 在工作場所從高處墮下的致命個案 50
4 文獻綜述：工作場所滑倒、絆倒和在同一高度跌倒的危險因素 54
4.1 引言 54
4.2 風險因素 55

4.2.1 環境/外在因素 55
4.2.2 人為/內在因素 60
4.2.3 工作相關因素 70
4.2.4 管理因素 72
4.3 結論 75
5 文獻綜述：預防工作場所滑倒、絆倒和在同一高度跌倒的干預措施 76
5.1 引言 76
5.2 運動干預的總體主要發現 78
5.3 運動干預的類型 80
5.3.1 步態和功能平衡訓練 80
5.3.2 阻力訓練 83
5.3.3 三維（太極/舞蹈）運動 85
5.3.4 一般體能活動 88
5.3.5 耐力訓練 89
5.3.6 雙重任務訓練 90
5.3.7 多元性運動 93
5.4 關於設計防跌倒運動干預的建議 96
5.5 結論 97
6 設計防跌倒計劃以預防工作場所滑倒、絆倒和在同一高度跌倒 98
7 虛擬教練手機應用程式 102
8 試點研究 105
8.1 概述 105
8.2 方法 105
8.2.1 參加者 105
8.2.2 訓練方案 105
8.2.3 評估 106
8.2.4 統計分析 107
8.3 初步結果 107
8.4 初步討論 108
8.5 結論 109
9 定群研究 110

9.1 概述 110
9.2 方法 110
9.2.1 參加者 110
9.2.2 訓練方案 110
9.2.3 評估 111
9.2.4 統計分析 111
9.3 結果 113
9.3.1 實驗組與對照組 114
9.3.2 餐飲業與建造業 115
9.4 討論 116
9.4.1 局限性 118
9.5 結論 119
10 業界訪談 120
10.1 受訪者 120
10.2 工作場所滑倒、絆倒和跌倒的影響和原因 120
10.3 降低跌倒風險的現行做法 121
10.4 促進我們在工作場所進行運動干預的策略 121
10.5 結論 122
11 結論 123
12 建議 125
12.1 其他注意事項 126
13 鳴謝 127
14 參考資料 128
15 附錄 A：使用 Virtual Trainer（網頁和手機應用程式） 144

縮寫詞

1RM	一次肌肉收縮時能產生的最大力量
3D	三維
ANCOVA	共變異數分析
ARM	現代管理(飲食)專業協會
BBS	Berg 平衡量表
BMI	身體質量指數
BoS	支撐底面積
CI	信賴區間
CoM	身體質心
CREC	臨床研究倫理聯席委員會
CUHK	香港中文大學
EEEGU	飲食業總工會
FaME	跌倒管理練習
GBCA	香港建築業承建商聯會
HKCIEGU	香港建造業總工會
ICH-GCP	國際醫藥法規協和會-優良臨床試驗準則
IRR	事件發生率比率
JISHA	日本中央勞動災害防止協會
Mini BESTest	簡易平衡評估系統測試
MVPA	中等至劇烈強度的體能活動
NTEC	新界東醫院聯網
OEP	奧塔哥運動計劃
OSHC	職業安全健康局
PA	體能活動
PolyU	香港理工大學
PPE	個人防護裝備
ProFaNE	歐洲跌倒預防網絡
RaR	比率
RCT	隨機對照試驗
ROC	接受者操作特徵
RR	相對風險
STF	滑倒、絆倒和跌倒
STFL	滑倒、絆倒或在同一高度跌倒
TMS	Tinetti 活動評分
UC	常規護理
VT	虛擬教練

1 摘要

1.1 背景

滑倒、絆倒或在同一高度跌倒(Slip, Trip and Fall at same Level,簡稱 STF)一直是本港及全球最常見的工傷意外類別。與不同地區比較，香港過去十年在工作場所發生的非致命性 STF 比率為全球最高 (每 10,000 名僱員中有 20 至 29 人因此而受傷，佔所有非致命事故 26.7%至 33.0%），遠高於台灣、新加坡、美加、澳洲等地區(每 10,000 名僱員中只有 5 至 20 人因此而受傷，佔所有非致命事故 8.4-34.0%）。在本港不同行業中，製造業（每 10,000 名工人有 36 至 46 宗）、零售、住宿、餐飲服務（每 10,000 名工人有 32 至 40 宗）和建造業（每 10,000 名工人有 25 至 31 宗）的 STF 工傷比率較高。此外，年老亦會增加 STF 的風險，隨著本港工作人口老齡化，若沒有預防措施，工作場所的 STF 意外有可能在未來大大增加。年長僱員跌倒可能需要更長時間恢復，且他們的平均醫療費用亦較年輕者昂貴。在美國，單在 2017 年因「在同一高度跌倒」工傷意外而造成的直接經濟損失估計為 106.2 億美元，在全美的工傷意外類別排名第二，佔所有工傷損失約 17.7%。

工作場所的 STF 意外涉及多項風險因素，例如 (1)環境或外在因素、(2)人為或內在因素、(3)工作相關因素及(4)管理因素。在環境或外在因素方面，工人應密切關注其工作環境（如場地整理和天氣情況）、個人防護裝備（如護目鏡、鞋類等）以及會影響視線的因素（如照明條件、障礙物）等。人為或內在因素方面，雖然部份因素是不能或不容易改變（例如年齡、性別、健康狀況），但可通過運動訓練（例如體能、肌肉質量、體重指數）、教育（如個人安全意識）、藥物或其他治療方法，以及適當工作安排（如減少疲勞）等不同方式得以改善。工作相關因素包括工作節奏、緊迫性、外在干擾、輪班工作和工作量等。管理因素包括工作安排（如制定項目時間表、輪班安排和任務的緊迫性、人手安排等）、公司規模、工作方法、安全指引、溝通等。

過去預防STF的工作大多數針對環境或外在因素、工作相關因素和管理因素。然而，隨著工作人口老齡化越趨嚴重，將預防STF的重點轉移到人為或內在因素上愈來愈重要。有研究發現，許多不同的運動訓練對改善個人的平衡能力和降低跌倒風險方面，具有不同程度的有效性。當中，一些多元化運動訓練包括平衡、力量和太極訓練等被證實對改善身體的平衡力尤其有效。而在本研究中，由於各行各業的員工在日常工作中經常需要處理不同的工序，故此多重任務訓練（即平衡/步態訓練/認知干擾）對提升員工的平衡力亦非常重要。

1.2 防跌倒運動方案

香港中文大學體育運動科學系受職業安全健康局委託，進行是次研究，根據文獻及科學理論設計一套防跌運動訓練方案以減低 STF 風險，並透過世代研究方法(Cohort Study)驗證所開發的運動訓練方案的有效性。

本研究提出了一項為期 12 週的防跌倒運動方案作為運動干預計劃，其中要求參與訓練的員工每週練習 5 天，每天訓練兩次(例如上/下午)，每次持續約 10-15 分鐘，他們可以在工作前、下班後或休息時進行練習，以盡量減少對日常工作的干擾。

運動方案包括三套運動訓練: 靜態平衡能力、動態平衡能力和阻力練習(即全身肌肉訓練)。為了減低疲勞，上午的訓練一般由熱身開始，然後進行靜態平衡訓練（在執行其他上半身動作時以不同姿勢站立），而下午的訓練則為動態平衡訓練（步行/跳躍/單腿硬拉）和阻力訓練（上身/下身和核心）交替進行，旨在提高肌肉力量和平衡力，最後會以太極拳作緩和運動。

每套運動訓練設有不同強度級別，每兩週可轉換至各套運動訓練的下一級強度（例如更具挑戰性的姿勢、運動/認知干擾、打亂感官、增加強度/動作幅度等），以減少因適應而影響訓練效果。研究人員每月進行一次檢討，指導參與者如何正確地進行練習，並會在網上發布示範影片給參與者觀看。為了提醒參與者進行訓練，研究人員利用一個手機應用程式依照參與者所選的時間去提醒他們進行訓練，亦要求參與者使用該手機應用程式記錄已完成的訓練，以便研究人員驗證他們的參與度。

研究人員會在訓練前後測試參與者的體能和跌倒風險。測試採用日本中央勞動災害防止協會（Japan Industrial Safety and Health Association，JISHA）的跌倒風險調查問卷(簡化版)，同時配合一些簡單的身體測試，包括(1)靜態平衡：閉目單腿平衡測試，(2)動態平衡：功能性伸展測試和 Y 型平衡測試，(3)敏捷性：四方格移步測試及(4)肌肉力量和爆發力：五次坐立測試，進行綜合性評估。由於本研究的參與者為一般在職者而不是體弱或年長的群組，故此本研究採用上述難度較高的測試方式，而不是常見的跌倒風險篩查工具（例如 Berg 平衡量表 (BBS)、Tinetti 活動評分 (TMS) 和 Mini-BESTest），以避免高限效應，即測試過於容易而致使不同水平的參與者得分普遍較高的現象。

本研究邀請了 105 名不同性別、年齡、身高和體重參與者進行一項隨機對照試驗。由於疫情及個人原因，12 名參與者退出了研究，最後實驗組有 41 人, 對照組有 52 人完成試驗，他們主要從事建造業和飲食業，屬於跌倒意外發生機率較高的行業。實驗組接受經過 12 週的漸進和多樣式的平衡訓練，及通過示範影片和提醒的配合後，不論年齡和性別，他們在靜態平衡、動態平衡、敏捷性、及腿部肌肉力量和爆發力方面的平衡控制能力均有顯著提升，而對照組則沒有任何進步。結果進一步顯示，即使體能活動較高的建造業工人亦能透過我們的平衡訓練，來提升他們的敏捷性、靜態和動態平衡控制能力;飲食業工人更在各方面（靜態平衡除外）的改善比建造業工人更明顯。結果反映本研究對提升個人平衡能力的有效性，此運動干預措施對久坐不動或體能活動較少的人（例如辦公室僱員）有可能帶來更大的改善效果。

1.3 總結及建議

改善外在環境和管理可減少工作場所 STF 意外，而人為或內在因素也是預防 STF 的另一重點，對提升員工的防跌能力同樣重要。本研究結果顯示，不論參與者的性別、年齡和行業，我們所設計的運動方案都能有效改善他們的靜態平衡、動態平衡、敏捷性、腿部肌肉力量和爆發力，從而減低他們滑倒、絆倒和跌倒的風險及減少跌倒受傷的嚴重性。結果同時顯示此運動方案對久坐不動或體能活動較少的人可能有更大的改善平衡效果。我們建議職安局和業界廣泛推廣此項運動方案。員工參與運動訓練的同時，僱主亦應向員工加強針對滑倒、絆倒意外的安全培訓，結合外在環境和工作管理，多管齊下便能更有效減少 STF 工傷意外。

STF 不單是職業性問題，亦是普遍的社會性問題。要從社會層面上減低員工的跌倒風險和發生率，有必要把預防 STF 的知識普及化，提高大眾對預防 STF 的關注和認識。本研究亦建議職安局可通過其網站、研討會和不同媒體宣傳此項防跌運動方案和有關預防 STF 的信息。為惠及更多員工，職安局應與政府、工會、承建商/分包商/製造商協會和商會等攜手合作，加強宣傳工作場所健康和預防跌倒的重要性。同時建議不同業界，尤其是跌倒風險較高的行業(如飲食業、製造業等)，考慮仿效建造業，向其業界工人實施早操鍛煉，讓員工在指定的時間進行運動訓練，減低 STF 意外的發生。

2 簡介

滑倒、絆倒或在同一高度跌倒(STF)是一個嚴重的公共衛生問題，影響着大部分勞動力 (W. R. Chang, S. Leclercq, T. E. Lockhart, & R. Haslam, 2016)。STF 是香港(Labour Department, 2017) 及其他國家(Courtney, Sorock, Manning, Collins, & Holbein-Jenny, 2001) 最普遍的工傷意外。在 2005 至 2015 年間在香港共生了 1300 多宗 STF 意外，僅次於手動工具和熱接觸造成的傷害(Legislative Council Secretariat, 2017)。此類事故給醫療保健系統帶來了巨大的經濟負擔(Liberty Mutual Research Institute of Safety, 2016)。

Hsiao 的回顧 (2014)了與 STF(滑倒、絆倒和跌倒)的相關研究，STF 的發生是風險因素之間相互作用的結果，這些風險因素可分為三類：個人、環境和工作相關因素。個人因素包括年齡、性別、種族、體型、工作經驗、慢性疾病、體力、藥物使用、認知能力、個人防護裝備（PPE）的限制、視力、對比敏感度（contrast sensitivity）、雙眼之間的視力差異和呼氣流速（expiratory flow rate）(Hsiao, 2014)。環境因素涉及與環境的視覺和物理交互中獲得的信息，包括仰角感知（elevation perception）、移動視覺場景、深度感知、視覺模糊、障礙物的視覺檢測及其特點、支撐面、支撐面傾斜度、照明、建築設計和支撐表面的材料特性（例如，摩擦力、污染物、均勻度、鬆動的固定裝置和堅固性）（Hsiao，2014）。最後，與工作相關的因素包括負載處理、體力消耗、疲勞、鞋類、工作的複雜性、社交互動和社區資源（Hsiao，2014）。

跌倒被定義為「導致一個人不經意地倒在地上的事件，而不是由於猛烈打擊、意識喪失、突然癱瘓或癲癇發作的結果」(Tinetti, Speechley, & Ginter, 1988)。平衡動作涉及控制身體質心（center of mass, CoM）保持在支撐底面積（base of support, BoS）內。由於滑倒（BoS 從身體的 CoM 下方移位）或絆倒（BoS 無法與身體的 CoM 一起移動），可能會發生跌倒。Chang、Leclercq、Lockhart 和 Haslam（2016 年）對工作場所 STF 的評論得出的結論是：研究人員已經確定滑倒引起的跌倒事故風險與行走過程中的摩擦力有關，而行走

中的摩擦力又受到工作節奏、轉彎、負重以及鞋類動力學等因素影響。得出的結論是，儘管 STF 的風險與行走摩擦有關，但總體跌倒風險仍與一個人在受到干擾時如何保持動態穩定性直接相關(Chang et al., 2016)。

當移動幅度相對較小時，髖關節和踝關節周圍產生的肌肉扭矩（muscle torque）有時可以減慢 CoM 移動以幫助恢復姿勢穩定性。然而，當 CoM 和 BoS 的相對位移較大時，必須執行補償性平衡恢復反應以快速擴展 BoS（即踏出一步） (McIlroy & Maki, 1996; Zettel, Holbeche, McIlroy, & Maki, 2005)或抓住扶手 (Cheng, McKay, King, & Maki, 2012; Cheng, Pratt, & Maki, 2013; D.S. Marigold, Bethune, & Patla, 2003)以預防跌倒 (B.E. Maki & W.E. McIlroy, 2006)。這些補償性平衡恢復反應的控制非常複雜，因為中樞神經系統(CNS)必須處理多模式感覺以調節我們的肢體運動，同時考慮到環境限制和姿勢障礙引起的無法預料的身體動作 (B. E. Maki & McIlroy, 2007)。許多這些心理過程會受到衰老和精神疲勞的影響。此外，由於衰老、缺乏運動和身體疲勞，身體可能無法有效地執行這些快速的補償性平衡恢復反應來挽救跌倒。因此，有需要改善身體狀況以降低跌倒的風險 (Horlings, van Engelen, Allum, & Bloem, 2008)。

預防跌倒必須通過多學科方法進行研究。要減少跌倒的次數，必須考慮不同的人為因素、工作相關因素和身體因素 (T. A. Bentley & R. A. Haslam, 2001)。有研究人員已經確定了許多會增加跌倒風險的內在因素，例如，年齡較大、女性、超重或肥胖、視力和深度知覺差、使用雙焦點或多焦點眼鏡、肌肉力量減弱、本體感覺和平衡控制受損以及過往的跌倒史 (A. J. Campbell, Borrie, & Spears, 1989; S. R. Lord, Menz, & Tiedemann, 2003; Shumway-Cook, Baldwin, & Polissar, 1997)。隨著香港人口老化 (Census and Statistics Department, 2015)，在工作場所發生的 STF 意外將有機會上升。除了內在因素外，工作節奏、工作量、與工作任務相關的專注力、疲勞感也會使員工更容易跌倒 (T. A. Bentley & R. A. Haslam, 2001)。控制外在的跌倒風險因素，例如擦乾濕滑的表面、改善不平坦的地板、在工作場所提供充

足照明的走道等對預防跌倒的發生亦是必要。此外，穿著摩擦力大的鞋對降低滑倒風險(尤其是餐飲業和建造業等高風險行業)亦很重要。

為了識別工作中跌倒風險較高的工人，日本中央勞動災害防止協會(JISHA)在 2009 年開發了 STF 風險評估測試 (Japan Industrial Safety and Health Association, 2010)。除了在問卷上有 25 條問題外，該測試還包括五項身體健康測試。如測試分數達到 10 分或以上可被視為高風險跌倒者 (Toba et al., 2005)。然而，由於跌倒的不可預測性，有評估研究指出 STF 風險評估測試的預測值應小於 15%，以保持高靈敏度（sensitivity）和特異性（specificity） (Nakamura et al., 2016)。該研究同時發現，在問卷 25 條問題中的 6 條（即 Q1、5、11、12、18 和 25）所產生的接受者操作特徵(ROC)曲線下面積，與原始 JISHA 工作場所滑倒、絆倒和跌倒風險評估測試的相似，表明簡化版的問卷與完整版具有相同的預測能力。Tsukada 和 Sakakibara（2016 年）對一家電器製造商的 436 名員工進行了類似的研究。結果雖顯示身體測量值與跌倒的發生沒有顯著相關性，但跌倒評分問卷是衡量工人跌倒風險的良好指標 (T. Tsukada & H. Sakakibara, 2016)。因此，其他身體測試，例如測量重新平衡身體時間和/或從工作姿勢轉變為靜立時的不平衡幅度 (DiDomenico, McGorry, & Banks, 2016)，可能在識別工作場所的高風險跌倒者方面更為敏感。儘管如此，除了需要開發更好及更高預測能力的STF風險評估工具外，加強對老齡化勞動力的平衡控制以減少工作場所 STF 個案也同樣重要。

一些研究發現在職場運動訓練工人跌倒干預具不同程度的效果。例如，Kawagoe 等人(2010)發現被稱為“radio taiso”的運動可以顯著改善與跌倒風險因素相關的身體表現。平均年齡為 57.2 歲的年長工人在工作前每週進行 5 次訓練，這些訓練特別強調平衡性、敏捷性和肌肉力量，工人持續訓練 8 個月。該研究發現干預結束時，參與者的靜態平衡、敏捷性、柔韌性和肌肉力量均有顯著改善，跌倒風險也降低了 (T. Kawagoe et al., 2010)。同樣，Garancher 等人(2011)在工作場所對 32 名久坐不動的上班族進行了為期 8 週的平衡和力量訓練，隨後進行了 8 週的停訓。該研究觀察到壓力位移中心、步態速度、峰值等長/等速

扭矩、蹠屈肌扭矩速率和訓練後跳躍高度均有顯著改善，同時肌肉力量退化和訓練期間姿勢控制亦得到改善 (U. Granacher et al., 2011)。

一些研究使用更先進的技術，例如結合了滑動模擬器和/或虛擬現實(VR)平台，以促進動態學習作為他們培訓、教育和意識提高方法的一部分 (Lockhart, 2010b)。通過在安全可控的環境中通過滑倒模擬器和/或 VR 平台讓參與者熟悉滑倒，研究發現參與者在訓練後減低了滑倒的嚴重程度 (J. Liu, T. E. Lockhart, P. Parijat, J. D. McIntosh, & Y. P. Chiu, 2015; Parijat, Lockhart, & Liu, 2015a) (Parijat, Lockhart, & Liu, 2015b)。然而，由於需要使用專門的設備，這種類型的培訓在工作場所實施較少，因此為工作人群設計有效的預防跌倒計劃時應慎重考慮。

2.1 項目概況

由於工作場所滑倒、絆倒和在同一高度跌倒是本港第一大意外類別，香港中文大學體育運動科學系受職業安全及健康局（OSHC）委托，進行是項「預防在工作場所內滑倒、絆倒及跌倒的運動方案」的顧問研究。此項目由生物醫學工程學系鄭植之博士主導 (2019-09/2022:香港中文大學，10/2022-至今：香港理工大學），香港中文大學體育運動科學系許世全教授擔任財務及項目負責人，並提供運動處方專家意見。研究團隊還包括香港中文大學骨科及創傷學系張穎愷教授和賽馬會公共衛生及基層醫療學院謝立亞教授，研究助理陳諾筠小姐(04/2019-08/2021：香港中文大學)和黃重仁先生(09/2021-07/2022：香港中文大學)準備報告並監督該項目的所有日常運作。

2.2 研究目的

工作場所滑倒、絆倒和或在同一高度跌倒 (STF) 是導致全球職業傷亡的主要原因之一。由於STF的嚴重性和普遍性，許多學者研究工作場所的跌倒風險因素，然而，只有少數研究探討不同運動干預措施在降低工人跌倒風險方面的有效性，因為大多數研究都集中在減少工作環境中的跌倒危險上。因此，本研究以以下重點為目標，透過文獻研究和科學理據，開發一套適合本港僱員的防跌運動方案。具體目的如下：

1. 探討本港 STF 工傷意外的情況，並識別 STF 的高風險行業；
2. 檢視現有不同地區的 STF 干預措施；
3. 結合香港僱員工作的情況，設計防跌運動干預計劃以降低 STF 風險；
4. 進行試點研究，以驗證運動干預計劃的可行性；
5. 通過定群研究評估經過驗證的運動干預計劃的有效性；和
6. 制定系統性策略，有效地向僱主僱員推廣運動干預計劃。

為達到以上目的，我們進行了以下研究工作：

1. 檢視本港及不同地區有關 STF 的工傷意外數據，評估全球和香港的 STF 工傷意外的情況；
2. 進行深入的文獻回顧，以確定 STF 工傷意外的原因；
3. 分析和比較各種跌倒干預方案對預防跌倒的有效性；
4. 基於文獻研究結果和科學理論，結合本港僱員工作的情況，設計一套適合他們的防跌運動方案；
5. 進行試點研究，確定干預計劃的可行性；
6. 進行定群研究，以目標人群即一般和特定行業的前線僱員評估防跌運動干預計劃的有效性；

7. 與業界代表訪談(建造業和餐飲業僱主僱員)，以收集業界對工作場所 STF 意外以及未來向工人推廣我們的運動計劃的意見;

8. 就職安局的發展方向提出建議，以通過促進、教育、諮詢、研究和信息，僱主僱員應對 STF 工傷意外，特別是針對高危的年長僱員。

3 文獻綜述：工作場所跌倒現況與趨勢

3.1 引言

跌倒已被世界衛生組織（2018）列為全球意外傷害和第二大的死亡原因。它被定義為「導致人員撞擊地面或較低水平的意外、無法控制和非自願原因」（Hayat & Shan，2018）。工作場所跌倒通常可分為滑倒、絆倒、在同一高度跌倒或從高處墮下。在 2021 年間，與跌倒相關的傷亡（包括滑倒、絆倒、在同一高度跌倒）佔香港職業傷亡個案總數的 36%左右，是所有工作地點之職業傷亡意外類別的首位（勞工處，2022b）。本地的跌倒傷亡率與世界其他地區的報告相符。具體而言，記錄顯示工作場所滑倒、絆倒和跌倒佔美國（Courtney et al，2001；Yoon and Lockhart，2006）、英國（Courtney et al., 2001)和瑞典(Courtney et al., 2001; Kemmlert & Lundolm, 2001) 的職業傷亡總數 20-40%。工作場所跌倒給社會造成了沉重的經濟負擔。僅在美國，2017 年在同一高度跌倒造成的直接損失估計為 106.2 億美元，位居第二，佔總傷亡費用的 17.7%。此外，從高處墮下以 55 億美元排名第三，佔總傷亡費用的 9.2%（Liberty Mutual Research Institute for Safety，2017）。結合這兩種類型的跌倒，美國因跌倒造成的傷亡費用將達到 161.2 億美元（佔總傷亡費用的 26.9%），成為全國最昂貴的職業傷亡原因。為了確定香港和世界其他地區的工作場所跌倒現狀，這份 2019 年的報告評估了九個地區的人口數據，其中五個來自亞洲（香港、澳門、台灣、日本和新加坡），四個來自其他地區（美國、加拿大、澳洲和英國）。

本報告分四個部分闡述了工作場所跌倒相關的統計數據：

1. 過去十年香港工作場所跌倒的現狀及趨勢；
2. 所有人口在工作場所跌倒的數據；
3. 所有人口在工作場所滑倒、絆倒和在同一高度跌倒的數據；
4. 所有人口在工作場所從高處墮下的數據。

這項研究的其中一個局限性在於有關跌倒的統計數據來自不同的來源。例如，日本只評估了因意外而缺勤四天或以上的非致命意外（日本厚生勞動省，日期不詳），而澳洲只對評估了因意外而完全缺勤一個工作週或以上的嚴重索賠（澳洲工作安全局，2022a）。此外，各種法例規定、報告系統和統計數據來源也因不同人群而異。例如，台灣職業傷亡個案是通過網上系統每月報告（台灣職業安全衛生署，2022），英國則要求僱主或其他負責人在工傷意外發生後十天內在 RIDDOR 報告（英國健康與安全執行局，2022），而在澳洲只計算嚴重索賠（澳洲工作安全局，2022a）。因此，即使不同人群之間的數據可能無法直接比較，但本報告中的數據已經過謹慎解讀，有關信息可作為參考。

3.2 香港工作場所的跌倒情況

在本節中，我們研究了與香港所有工作場所跌倒相關的數據，即包括(1)所有跌倒（致命和非致命）的總和，以及分為(2) 在工作場所非致命的跌倒個案和(3) 在工作場所致命的跌倒個案。

3.2.1 香港所有工作場所的跌倒個案（致命和非致命合計）

根據香港勞工處的統計數據（2022a、2022b），包括致命和非致命個案在內的跌倒事故總數由 2012 年的 30.3%上升至 2021 年的 35.6%（圖 3.1）。同期滑倒、絆倒和在同一高度跌倒的事故率上升了 6.1%，佔各類職業傷亡事故的 30%（位居首位）。

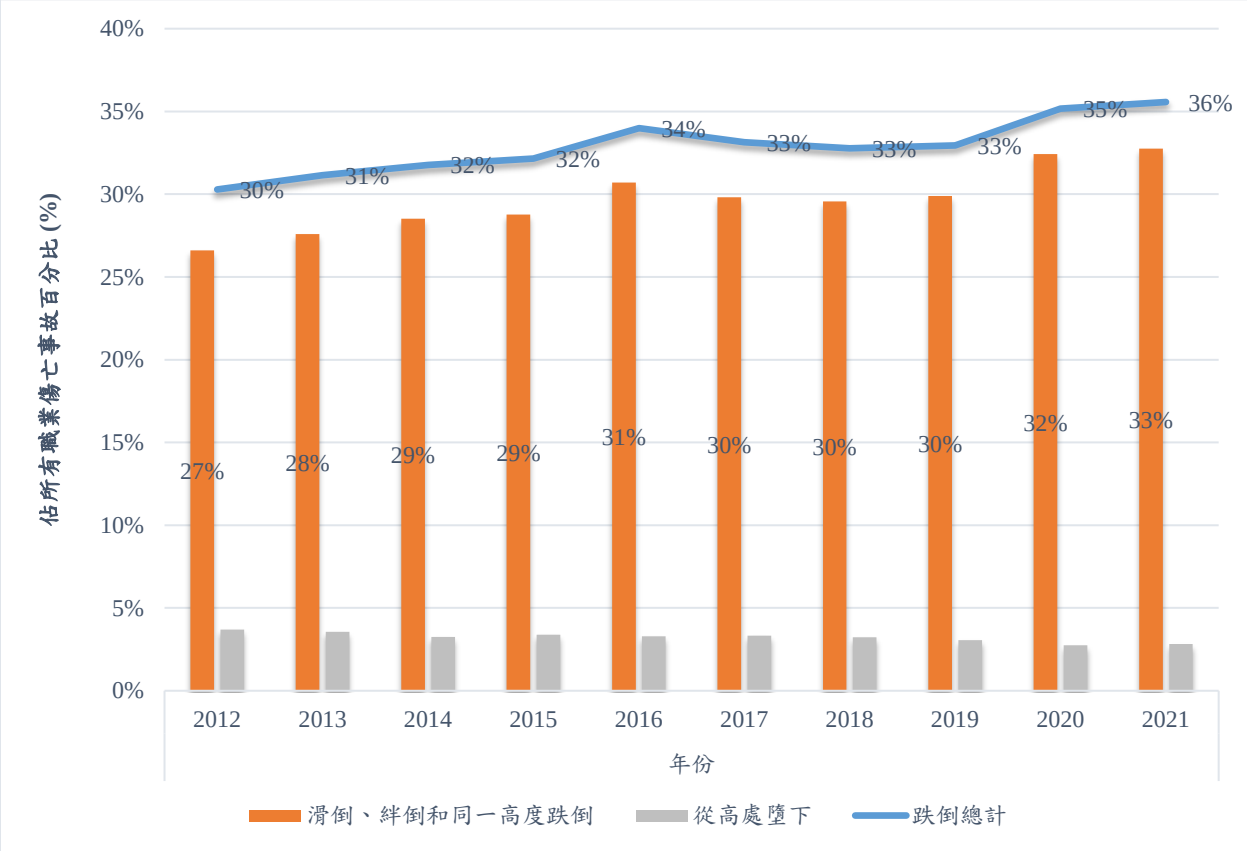


圖 3.1. 2012 年至 2021 年期間，在工作場所跌倒的致命和非致命個案[1]佔香港所有職業傷亡個案的百分比（香港勞工處，2022a；香港勞工處，2022b）。

[1]在工作場所跌倒個案是指工作地點發生的致命個案或導致喪失工作能力超過三天的受傷個案，並根據《僱員補償條例》呈報。

3.2.2 香港工作場所跌倒的非致命個案

與從高處墜下事故相比，非致命跌倒、滑倒、絆倒和在同一高度跌倒事故在香港更為普遍（圖 3.2）。此外，滑倒、絆倒和在同一高度跌倒在香港的非致命職業傷亡事故中比例佔最高（過去十年平均約 29.9%）（香港勞工處 2022a、2022b）。隨著百分比從 2012 年的 26.7%上升到 2021 年的 33.0%（即上升了 6.3%）（香港勞工處 2022a、2022b），該比例似乎呈上升趨勢。非致命職業傷亡事故的數目由 2012 年的 39,711 宗減少至 2021 年的 30,185 宗。由於香港大部分的職業傷亡事故都是非致命的，因此下圖的非致命職業傷亡事故統計數字與上一節中所示的接近相同。

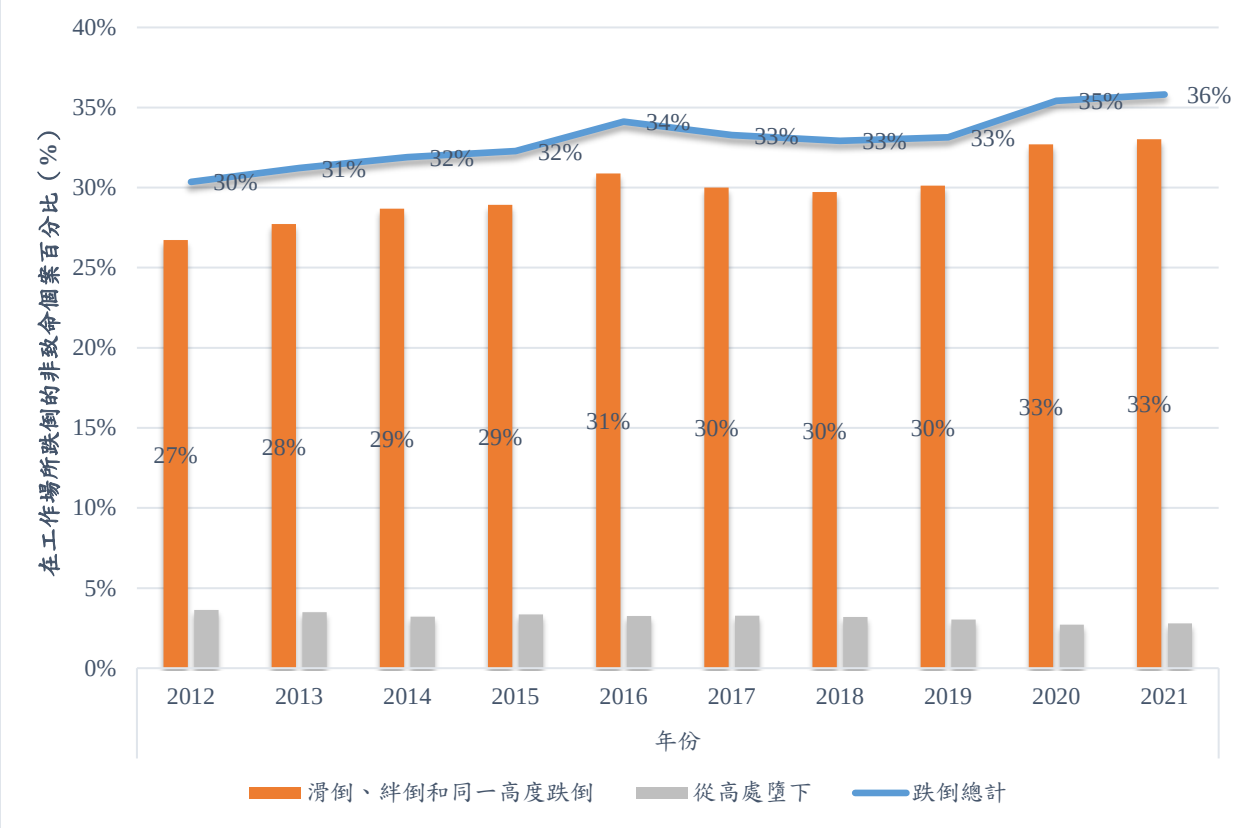


圖 3.2. 2012 年至 2021 年期間，在工作場所跌倒的非致命個案佔香港所有類型非致命事故的百分比（香港勞工處，2022a；香港勞工處，2022b）。

在過去十年，在工作場所跌倒的非致命個案的平均事故率為每 10,000 名工人中發生 30.3 次（圖 3.3）。滑倒、絆倒和在同一高度跌倒個案的事故率（30.2/10,000 人）是從高處墜下個案（3.0/10,000 人）的 10 倍。

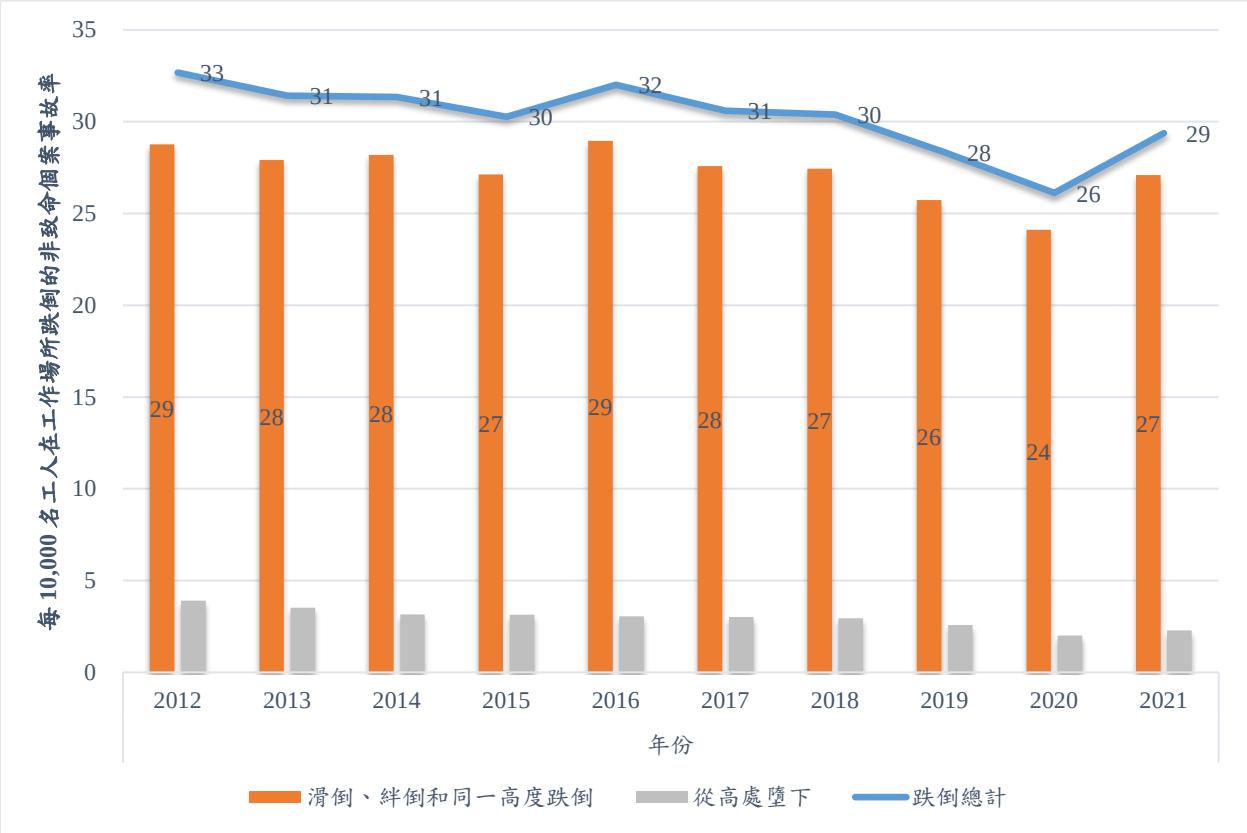


圖 3.3. 2012 年至 2021 年香港所有行業每 10,000 名工人在工作場所跌倒的非致命個案事故率[2]。每年事故率是根據香港勞工處（2022a、2022b）的香港職業傷亡個案數字和香港政府統計處的受僱人數計算（2022 年）。

[2]每 10,000 名僱員的事故率是根據政府統計處公佈的《就業及職位空缺統計季報》(2022)，按職業傷亡個案數字/受僱人數計算。

3.2.2.1 香港的非致命工作場所跌倒（按行業劃分）

仔細觀察不同行業的工作場所跌倒事故率，與其他行業相比，製造業的事故率最高（平均每 10,000 名工人有 44.0 宗(*圖 3.4*）；建造業：平均每 10,000 名工人有 37.6 宗（*圖 3.5*）;零售、住宿和食品服務行業：每 10,000 名工人中有 36.7 宗（*圖 3.6*）)。製造業滑倒、絆倒和跌倒事故率也以每 10,000 名工人有 39.4 宗位居第一，其次是零售、住宿和餐飲服務業每萬名工人有 33.7 宗。然而，建造業從高處墮下的事故率最高（每 10,000 名工人中有 10.3 宗），因為他們需要經常在高處工作。儘管過去十年製造業的工作場所跌倒事故率一直很高，但趨勢仍然相對穩定。

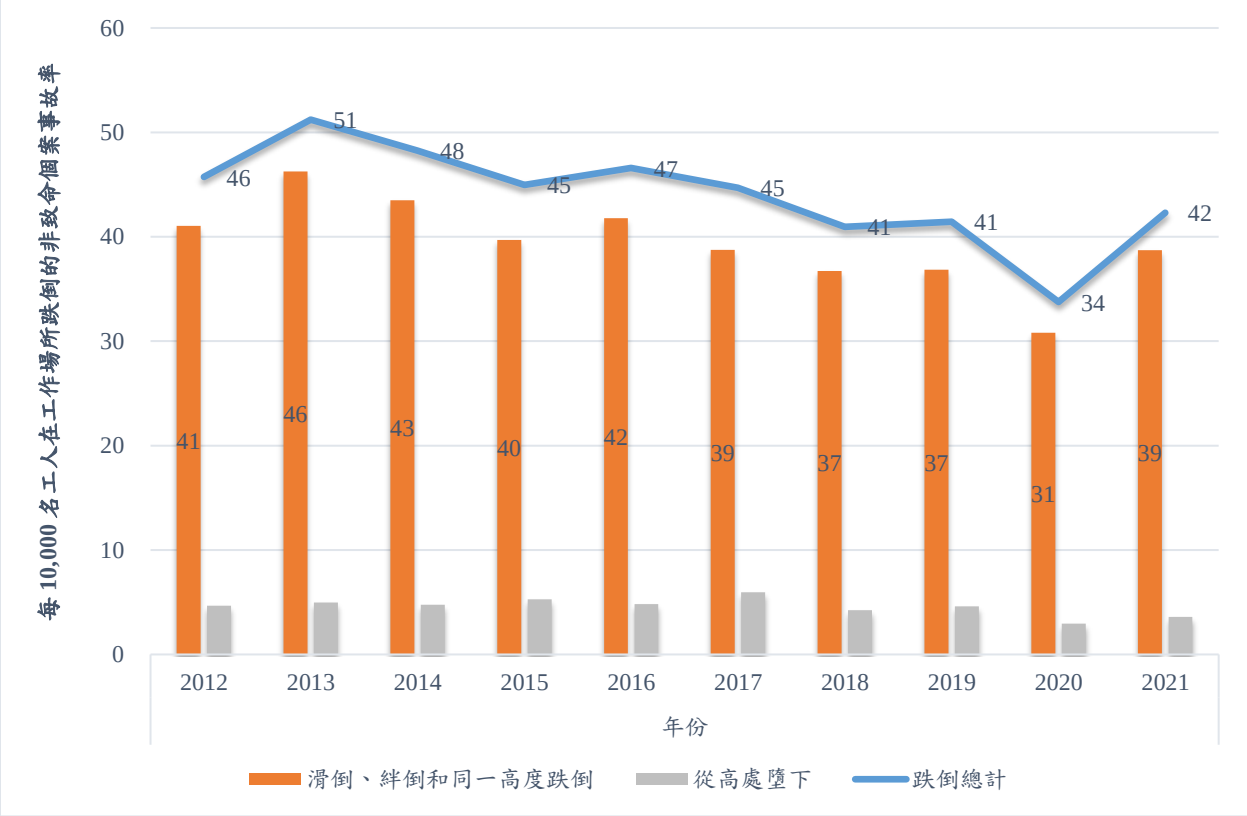


圖 3.4. 2012 年至 2021 年香港製造業每 10,000 名工人在工作場所跌倒的非致命個案事故率。每年事故率是根據香港勞工處（2022a、2022b）的香港職業傷亡個案數字和香港政府統計處的受僱人數計算（2022 年）。

建造業滑倒、絆倒、跌倒事故率在過去十年內逐漸上升，每 10,000 名工人有 2.5 宗（2012 年每 10,000 名工人有 24.5 宗，到 2021 年每 10,000 名工人有 27.0 宗），然而，從高處墮下的事故率穩步下降，每 10,000 名工人約有 6.0 宗（2012 年每 10,000 名工人有 13.7 宗，到 2021 年每 10,000 名工人有 7.7 宗）(圖 3.5)。

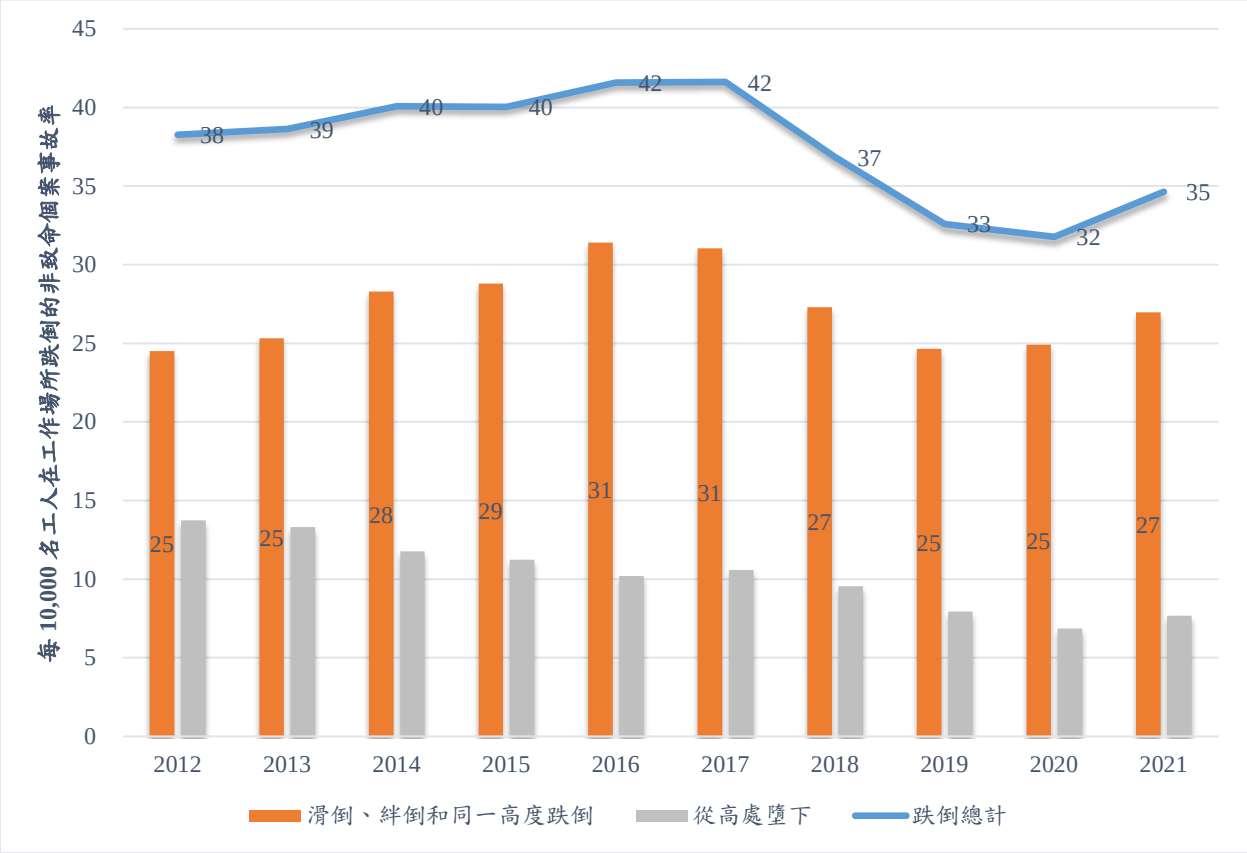


圖 3.5. 2012 年至 2021 年香港建造業每 10,000 名工人在工作場所跌倒的非致命個案事故率。每年事故率是根據香港勞工處（2022a、2022b）的香港職業傷亡個案數字和香港政府統計處的受僱人數計算（2022 年）。

零售、住宿和餐飲服務行業的總跌倒事故率下降至 2.7 宗/10,000 名工人（2012 年每 10,000 名工人下降 39.6 宗，2021 年每 10,000 名工人下降 36.9 宗），滑倒、絆倒和跌倒的事故率也有所下降，過去十年每 10,000 名工人減少 1.6 宗（2012 年每 10,000 名工人減少 36.0 宗，2021 年每 10,000 個工人減少 34.4 宗）（*圖 3.6*）。

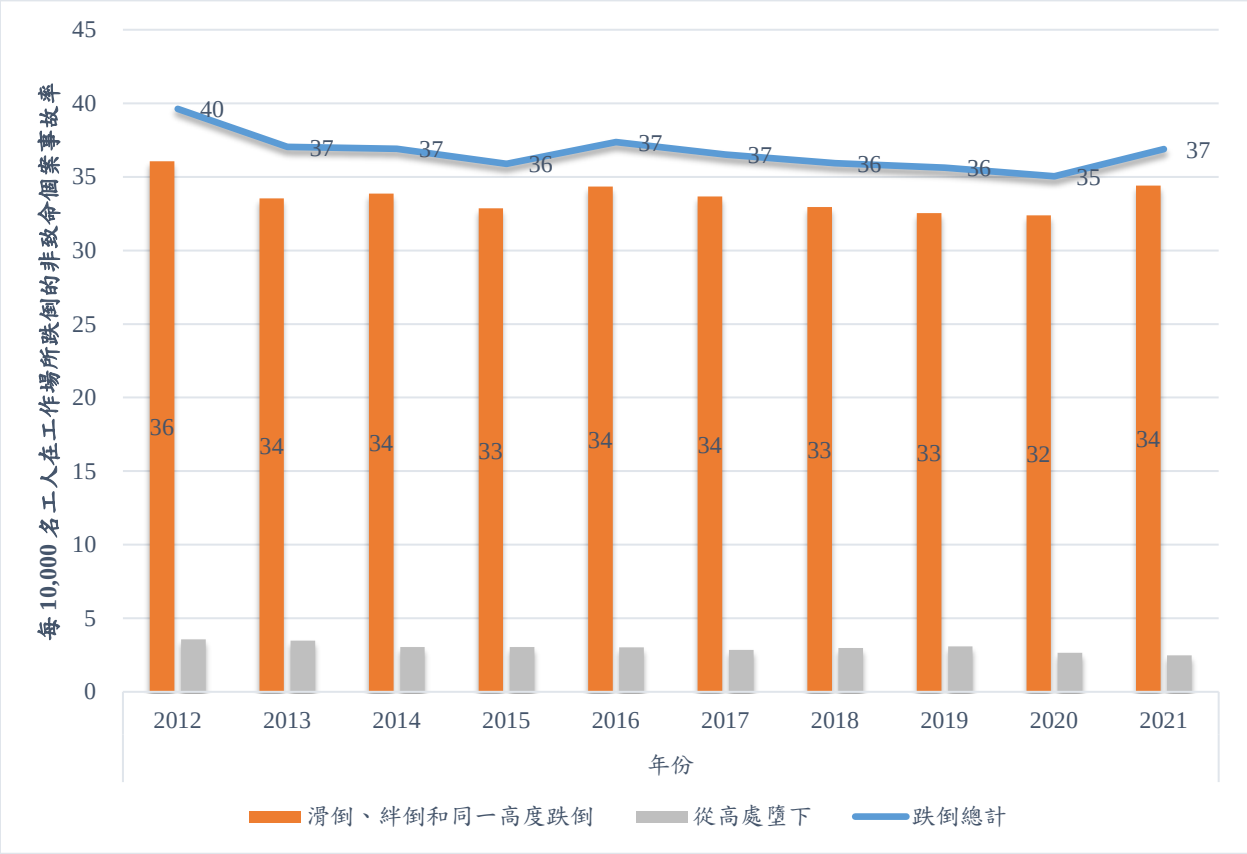


圖 3.6. 2012 年至 2021 年香港零售、住宿和餐飲服務行業每 10,000 名工人在工作場所跌倒的非致命個案事故率。每年事故率是根據香港勞工處（2022a、2022b）的香港職業傷亡個案數字和香港政府統計處的受僱人數計算（2022 年）。

3.2.3 香港工作場所跌倒的致命個案

在過去十年，香港所有工作場所跌倒的致命事故中，從高處墮下的個案佔接近 99%（圖 3.7），因為滑倒、絆倒和在同一高度跌倒較少會導致死亡。

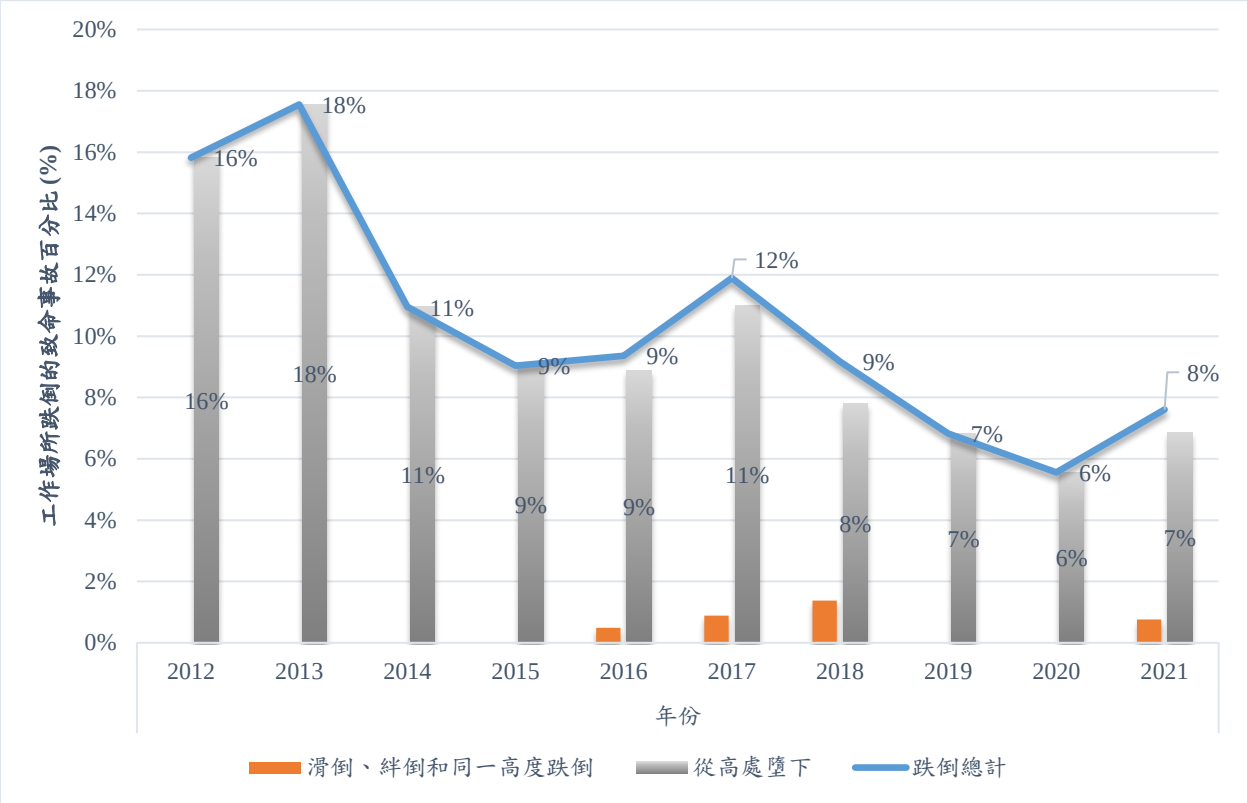


圖 3.7. 2012 年至 2021 年香港所有類型致命事故中，工作場所跌倒的致命個案事故的百分比（香港勞工處，2022a；香港勞工處，2022b）。

在事故率方面，過去 10 年平均每百萬工人有 7.2 人從高處墮下死亡，沒有明顯的上升或下降趨勢（圖 3.8）。

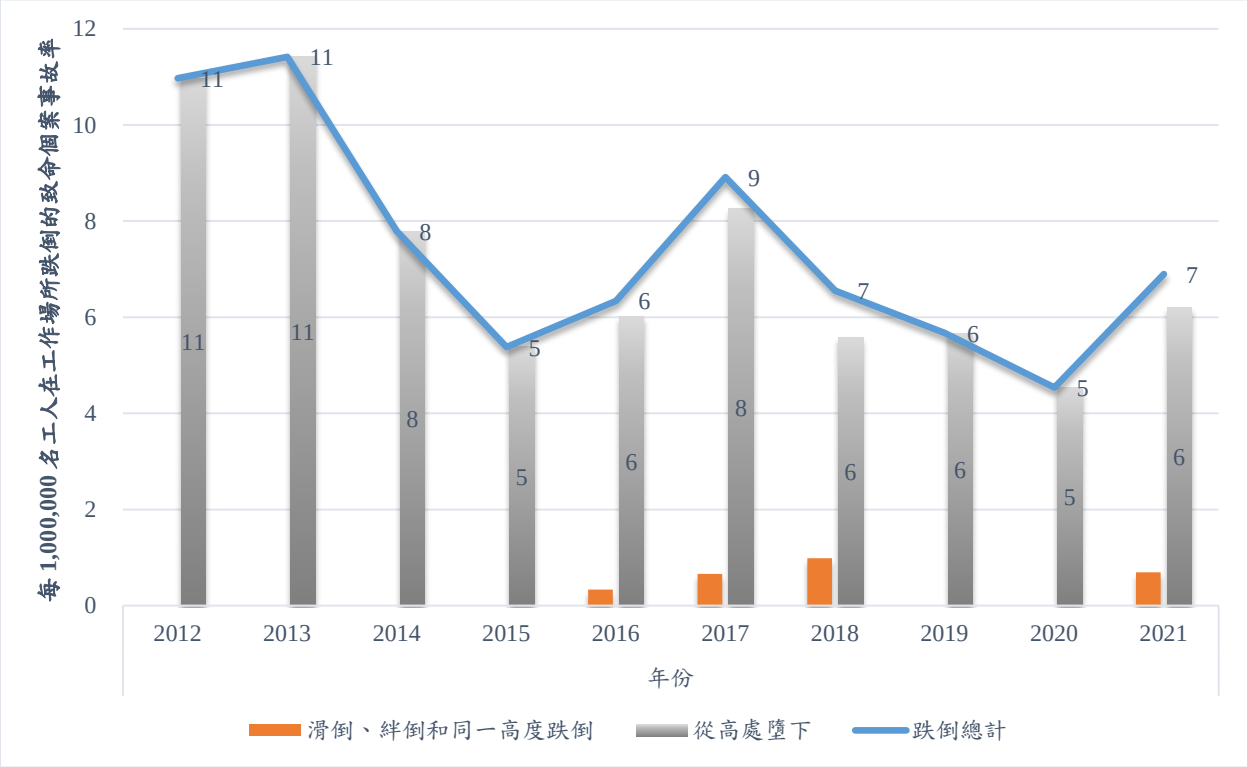


圖 3.8. 2012 年至 2021 年香港所有行業每 1,000,000 名工人在工作場所跌倒的致命個案事故率。每年事故率是根據香港勞工處（2022a、2022b）的香港職業傷亡個案數字和香港政府統計處的受僱人數計算（2022 年）。

3.3 所有工作場所跌倒情況

在本節中，我們研究了與所有工作場所跌倒的有關數據，即包括(1)滑倒、絆倒和在同一水平跌倒，以及(2)香港相對於其他人群從高處墮下的數據。

3.3.1 所有工作場所跌倒個案（致命和非致命合計）

在香港，過去十年平均有 32.9%的工作場所事故與跌倒有關，排名第三，僅次於日本 (39.6%) 和英國 (38.1%)，領先於新加坡 (31.8%)、台灣(25.2%)、美國 (24.7%)、澳門 (21.4%)、澳洲 (20.7%) 和加拿大 (17.9%；表 3.1)。

表 3.1. 2012 年至 2021 年香港和其他地區，工作場所跌倒的致命和非致命個案事故佔所有事故的百分比。

種群	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	平均值
日本	38.7%	39.0%	39.8%	39.4%	40.0%	40.4%	41.7%	40.9%	39.6%	36.7%	39.6%
英國	N/A	N/A	35.9%	36.0%	36.0%	38.2%	36.4%	43.3%	40.5%	38.6%	38.1%
香港	**30.3%**	**31.2%**	**31.8%**	**32.2%**	**34.0%**	**33.1%**	**32.8%**	**32.9%**	**35.2%**	**35.6%**	**32.9%**
新加坡	N/A	28.2%	28.8%	29.9%	31.9%	33.0%	33.3%	33.3%	34.5%	33.7%	31.8%
台灣	22.2%	23.1%	22.6%	24.9%	25.4%	26.0%	25.6%	27.8%	27.0%	27.6%	25.2%
美國	21.6%	24.3%	26.3%	25.9%	24.9%	25.3%	N/A	N/A	N/A	N/A	24.7%
澳門	N/A	17.6%	22.2%	20.6%	21.5%	21.2%	21.1%	22.9%	21.7%	24.0%	21.4%
澳洲 [3]	20.3%	19.9%	20.2%	20.7%	20.5%	21.2%	21.1%	20.8%	21.3%	N/A	20.7%
加拿大	16.7%	17.9%	18.4%	17.9%	17.7%	18.6%	18.4%	19.2%	16.3%	N/A	17.9%

註： 數據擷取自以下來源：香港 2012-2021：（香港勞工處，2022a；香港勞工處，2022b）；日本 2012-2021：（日本厚生勞動省，日期不詳）， 英國 2014-2021：（英國健康與安全執行局，2022），新加坡 2013-2021：（新加坡人力部，2022a），美國 2012-2017：（美國勞工統計局，2018c)，台灣 2012-2021：（台灣職業安全衛生署，2022），澳洲 2012-2020：（澳洲工作安全局，2022a，澳洲工作安全局，2022b），澳門 2013-2021：（澳門勞工事務局，2022 年），加拿大 2012-2020 年：（加拿大工人賠償委員會協會，日期不詳）

[3] 為了有條理地總結統計數據，澳洲 2011-12 年的數據被列為 2012 年，2012-13 年被列為 2013 年，2013-14 年被列為 2014 年，如此類推。

3.3.2 非致命跌倒個案

過去 10 年，香港在工作場所的非致命個案事故中，平均有 33.0%的個案是跌倒 (表 3.2）。所有非致命事故中，工作場所跌倒的非致命個案平均百分比與表 3.1 中所示的相似，因為大多數在工作場所跌倒都不會致命。

表 3.2. 從 2012 年到 2021 年，非致命性工作場所跌倒事件佔香港和其他地區所有非致命事故的百分比。

種群	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	平均值
日本	38.8%	39.1%	39.9%	39.5%	40.2%	40.5%	41.7%	41.0%	39.7%	36.7%	39.7%
英國	N/A	N/A	35.9%	36.0%	36.0%	38.2%	36.4%	43.3%	40.5%	38.6%	38.1%
香港	**30.4%**	**31.2%**	**31.9%**	**32.3%**	**34.1%**	**33.3%**	**32.9%**	**33.1%**	**35.4%**	**35.8%**	**33.0%**
新加坡	N/A	28.2%	28.8%	29.8%	31.9%	33.0%	33.3%	33.3%	34.5%	33.8%	31.9%
台灣	22.2%	23.1%	22.7%	25.1%	25.7%	26.0%	25.8%	28.0%	27.1%	27.8%	25.4%
美國	21.6%	24.3%	26.4%	25.9%	25.0%	25.3%	N/A	N/A	N/A	N/A	24.8%
澳門	N/A	17.6%	22.2%	20.3%	21.6%	21.3%	21.0%	22.9%	21.7%	24.0%	21.4%
澳洲 [4]	20.3%	19.9%	20.3%	20.7%	20.5%	21.2%	21.1%	20.8%	21.3%	N/A	20.7%
加拿大	16.8%	17.9%	18.5%	17.9%	17.7%	18.7%	18.4%	19.2%	16.3%	N/A	17.9%

註： 數據擷取自以下來源：香港 2012-2021：（香港勞工處，2022a；香港勞工處，2022b）；日本 2012-2021：（厚生勞動省，日期不詳），英國 2014-2021：（英國健康與安全執行局，2022），新加坡 2013-2021：（新加坡人力部，2021），美國 2012-2017：（美國勞工統計局, 2018c)，台灣 2012-2021：（台灣職業安全衛生署，2022），澳洲 2012-2020：（澳洲工作安全局，2022a），澳門 2013-2021：（澳門勞工事務局，2022），加拿大：（加拿大工人賠償委員會協會，日期不詳）

[4]為了有條理地總結統計數據，澳洲 2011-12 年的數據被列為 2012 年，2012-13 年被列為 2013 年，2013-14 年被列為 2014 年，如此類推。

根據香港勞工處的統計數字（2022a，2022b），香港平均的工作場所跌倒的非致命個案事故率是最高（每 10,000 名工人有 30.2 宗）相對於其他地區人群，例如加拿大（每 10,000 名工人 24.7 起）、澳洲（每 10,000 名工人有 19.7 宗）、美國（每 10,000 名工人 19.6 起）、新加坡（每 10,000 名工人有 11.5 宗）和台灣（平均每 10,000 名工人有 7.5 宗；圖 3.9）。

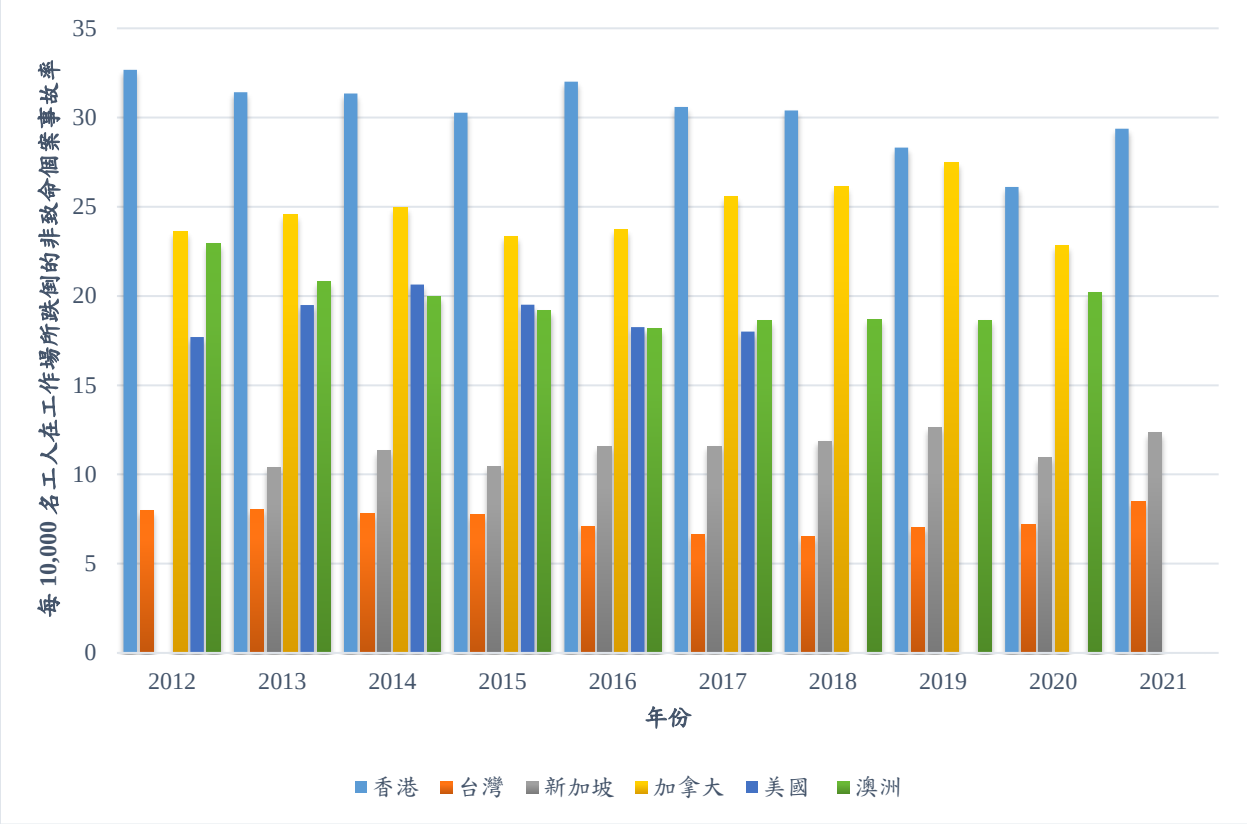


圖 3.9. 香港所有行業每 10,000 名工人在工作場所跌倒的非致命個案事故率（香港勞工處，2022a ；香港勞工處，2022b；香港政府統計處，2022）和其他人群[台灣 2012-2021 年：（台灣職業安全衛生署，2022 年），新加坡 2013-2021 年：（新加坡人力部，2022 年 a；新加坡人力部，2022 年 b ），加拿大：（加拿大工人賠償委員會協會, nd; 加拿大統計局, nd) ,美國 [5]2012-2017：（美國勞工統計局，2018c），澳洲 [6]：(澳洲統計局，2022；澳洲工作安全局，2022a）] 從 2012 年至 2022 年。

[5] 美國勞工統計局 (2018c)提供的 STF 數據是包括在同一高度跌倒和滑倒或絆倒而沒有跌倒(Fall on same level and Slip or strip without fall)的類別。

[6] 為了有條理地總結統計數據，澳洲 2011-12 年的數據被列為 2012 年，2012-13 年被列為 2013 年，2013-14 年被列為 2014 年，如此類推。

3.3.2.1 所有工作場所跌倒的非致命個案（按行業劃分）

相比台灣、日本和美國，香港的製造業（平均10,000名工人有44.0宗）和建造業（平均每 10,000 名工人有 37.6 宗）在工作場所跌倒的非致命性個案事故率最高。然而，由於無法獲得相關統計數據，例如許多其他人群的事故數量和就業規模，無法計算不同人群的零售、住宿和餐飲服務業的比率。香港製造業工作場所跌倒的非致命個案事故率（圖 3.10）是台灣的 7.1 倍（平均每 10,000 名工人有 6.2 宗）、日本的 5.9 倍（平均每 10,000 名工人有 7.5 宗）和美國的 2.5 倍（平均每 10,000 名工人有 17.9 宗）。

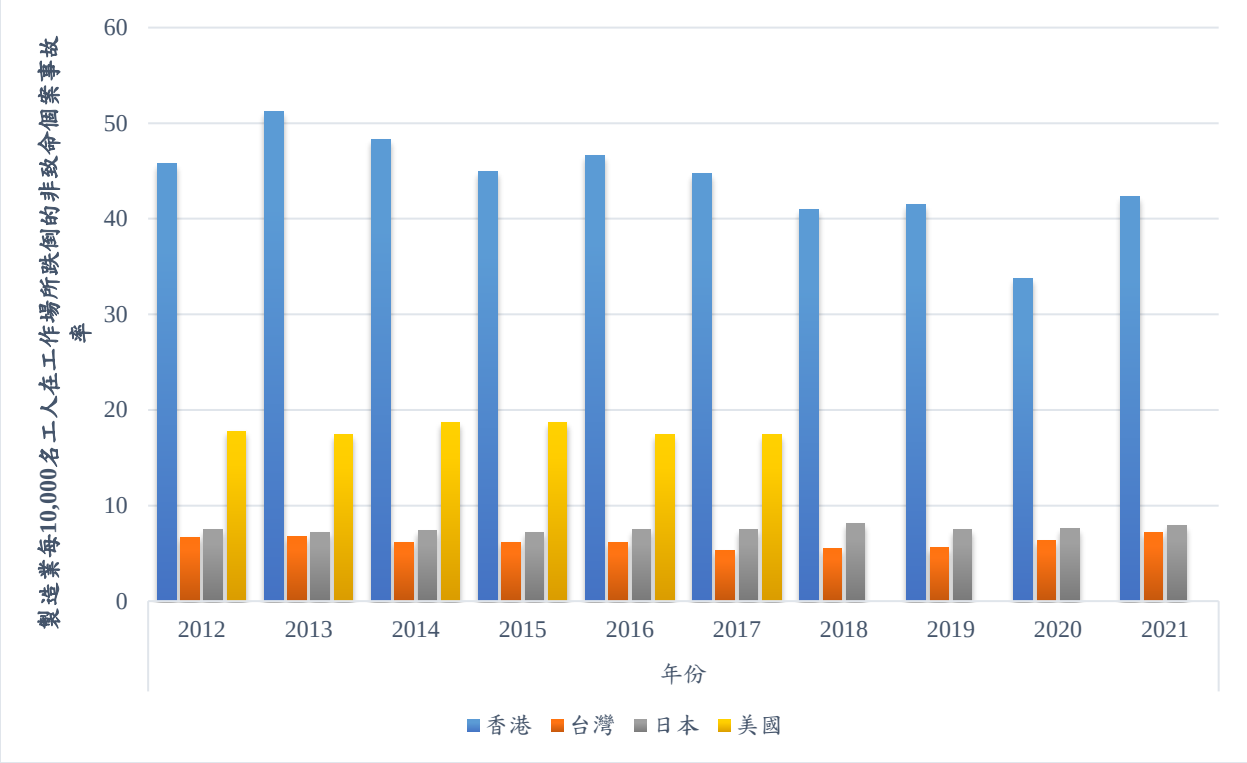


圖 3.10. 香港製造業每 10,000 名工人在工作場所跌倒的非致命個案事故率（香港勞工處，2022a；香港勞工處，2022b；香港政府統計處，2022）和其他人群 [台灣，2012-2021：（台灣職業安全衛生署，2022），日本 2012-2021：（日本厚生勞動省，日期不詳），美國 [7]2012-2017：（美國勞工統計局，2018c）]從 2012 至 2021 年。

[7] 美國勞工統計局 (2018c)提供的 STF 數據是包括在同一高度跌倒和滑倒或絆倒而沒有跌倒(Fall on same level and Slip or strip without fall)的類別。

在建造業，香港（平均每10,000名工人37.6宗）和美國（平均每10,000名工人有34.7宗）工作場所跌倒的非致命個案平均事故率在其他人群中最高（圖3.11）。相對於其他亞洲人口，香港工作場所跌倒的非致命個案事故率是台灣的3.5倍（平均每10,000名工人有10.7宗）和日本的2.7倍（平均每10,000名工人有13.7宗）。

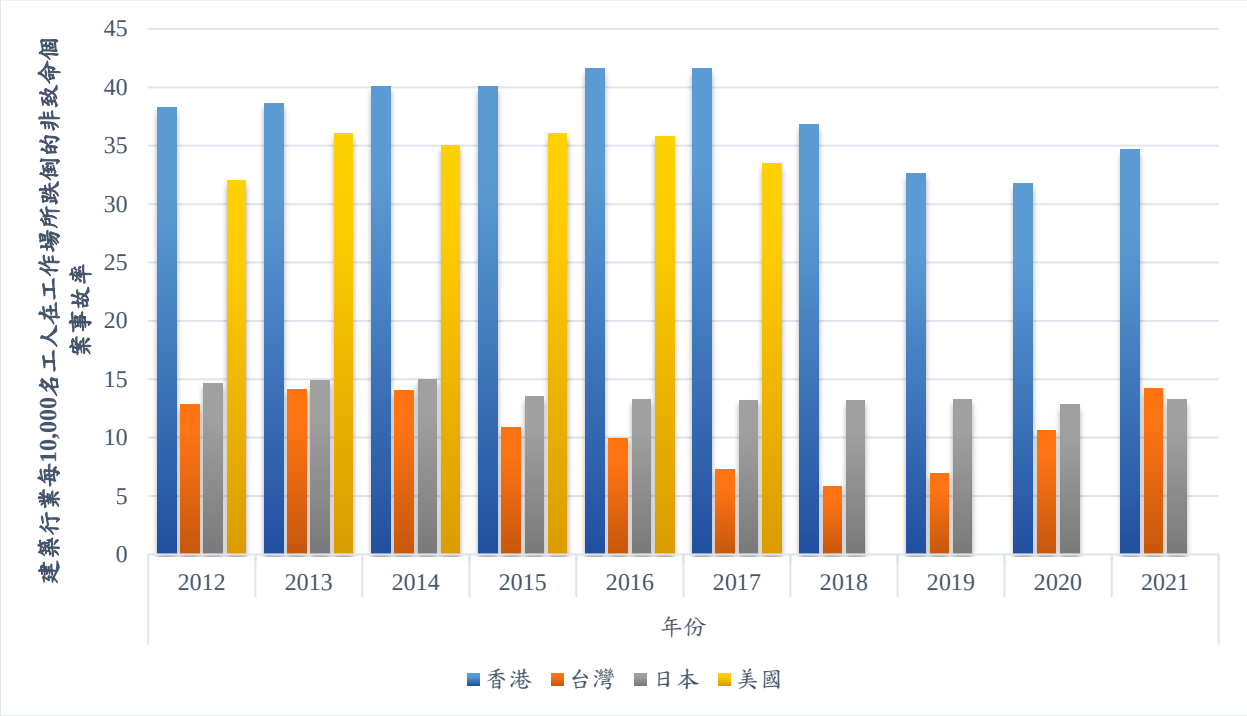


圖3.11. 香港建造業每10,000名工人工作場所跌倒的非致命個案事故率（香港勞工處，2022a；香港勞工處，2022b；香港政府統計處，2022）和其他人群 [台灣 2012-2021：（台灣職業安全衛生署，2022），日本2012-2021：（日本厚生勞動省，日期不詳），美國[8]2012-2017：（美國勞工統計局，2018c）] 從2012年至2021年。

[8]美國勞工統計局 (2018c)提供的 STF 數據是包括在同一高度跌倒和滑倒或絆倒而沒有跌倒(Fall on same level and Slip or strip without fall)的類別。

3.3.2.2 工作場所跌倒的非致命個案（按性別劃分）

在香港，兩性在工作場所跌倒的非致命個案事故率尚未得到解決。儘管如此，根據美國勞工統計局的數據（2018a，2018b），從 2011 年到 2017 年女性工作場所跌倒的非致命個案事故率一直高於男性（平均差異 = 每 10,000 名全職工人有 5.7 宗）（圖 3.12）。

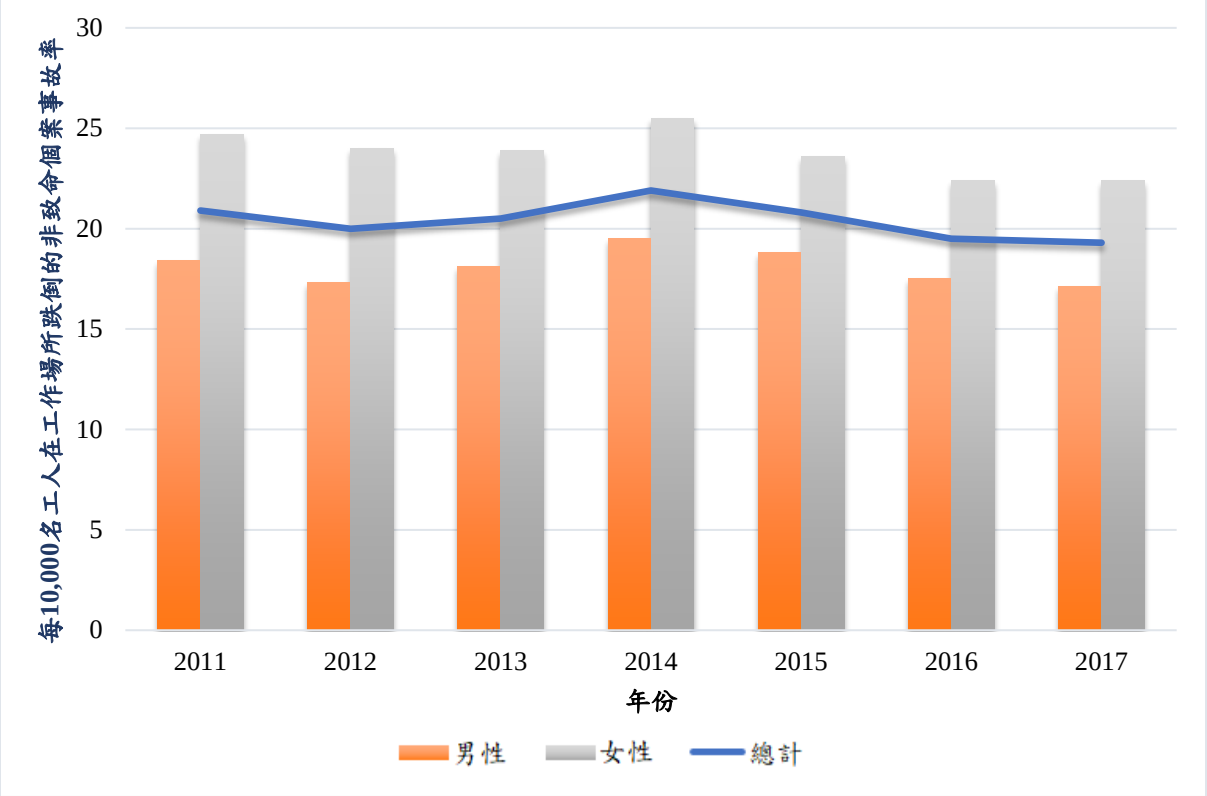


圖 3.12. 2011 至 2017 年美國按性別劃分的每 10,000 名工人在工作場所跌倒的非致命個案事故率（美國勞工統計局， 2018a；美國勞工統計局，2018b）。

3.3.2.3 工作場所跌倒的非致命個案（按年齡劃分）

香港工作人口中不同年齡組別的事故率並無報告。參考美國勞工統計局報告的數字（2018a，2018b），在 2011-2017 年期間，年齡最大的工作年齡組（65 歲及以上）在工作場所跌倒的非致命個案事故率最高（平均每 10,000 名全職工人有 38.2 宗），其次是 55 至 64 歲的第二大年齡組（平均每 10,000 名全職工人有 32.2 宗）和 45 至 54 歲的第三大年齡組（平均每 10,000 名全職工人有 23.1 宗）（圖 3.13）。因此，年齡顯然是工作場所跌倒風險增加的風險因素（美國勞工統計局，2018a，2018b）。

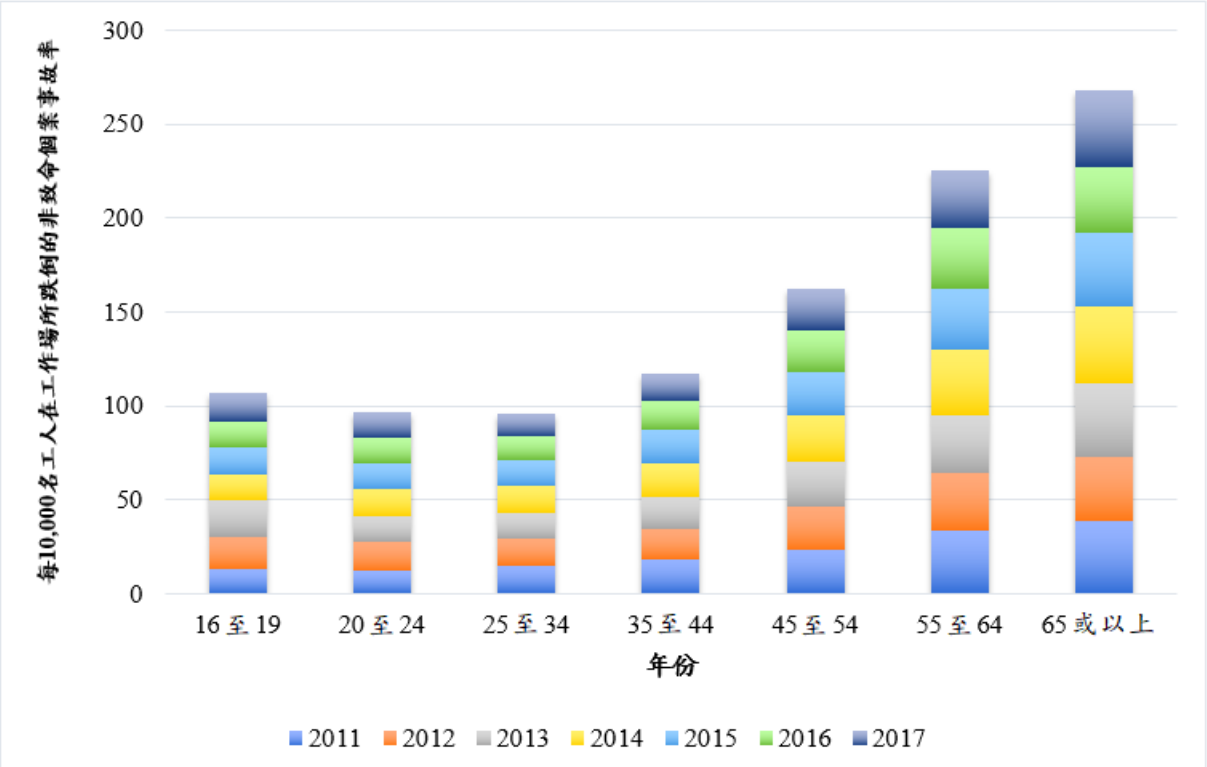


圖 3.13. 2011 年至 2017 年美國按年齡劃分的每 10,000 名工人在工作場所跌倒的非致命個案事故率（美國勞工統計局，2018a，美國勞工統計局，2018b)。

3.3.3 工作場所跌倒的致命個案

在香港，過去 10 年只有 10.4%的工作場所致命事故與跌倒有關，與澳洲的數字相若（13.2%；表 3.3）。只有加拿大(6.8%) 報告在工作場所與跌倒相關的死亡百分比較低。相比之下，新加坡（29.4%）、日本（28.4%）、英國（27.2%）、澳門（21.3%）、台灣（20.9%）和美國（16.4%）的比例高於香港。

表 3.3. 2012 年到 2021 年，香港和其他地區的所有致命事故中，工作場所跌倒致命事故所佔的百分比。

種群	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	平均值
新加坡	N/A	23.3%	23.3%	34.8%	28.8%	28.6%	36.6%	25.6%	36.7%	27.0%	29.4%
日本	27.8%	29.1%	26.9%	29.0%	27.6%	28.6%	31.2%	28.4%	27.3%	28.0%	28.4%
英國	N/A	N/A	31.0%	25.9%	22.2%	27.7%	30.2%	29.2%	26.9%	24.4%	27.2%
澳門	N/A	5.3%	33.3%	24.0%	14.8%	10.5%	41.7%	28.6%	7.1%	26.7%	21.3%
台灣	21.5%	22.6%	19.8%	21.8%	19.7%	25.1%	19.3%	22.9%	18.5%	18.1%	20.9%
美國	15.2%	15.8%	17.0%	16.5%	16.4%	17.2%	N/A	N/A	N/A	N/A	16.4%
澳洲 [9]	14.7%	12.9%	11.7%	14.2%	13.9%	15.7%	11.8%	11.1%	12.4%	N/A	13.2%
香港	**15.8%**	**17.6%**	**11.0%**	**9.0%**	**9.4%**	**11.9%**	**9.2%**	**6.8%**	**5.6%**	**7.6%**	**10.4%**
加拿大	5.8%	7.2%	6.9%	6.8%	7.3%	6.3%	6.2%	7.9%	6.4%	N/A	6.8%

注：數據取自以下來源：香港 2012-2021：（香港勞工處，2022a；香港勞工處，2022b）；新加坡 2013-2021：（新加坡人力部，2022a）；日本 2012-2021：（日本厚生勞動省，日期不詳）；英國 2014-2021（英國健康與安全執行局，2022）；台灣 2012-2021：（台灣職業安全衛生署，2022）；澳門 2013-2021：（澳門勞工事務局，2022）；美國 2012-2017：（美國勞工統計局，2018c）；澳洲 2012-2020：（澳洲工作安全局，2022b）；加拿大 2012-2020：（加拿大工人賠償委員會協會，日期不詳）。

[9]為了有條理地總結統計數據，澳洲 2011-12 年的數據被列為 2012 年，2012-13 年被列為 2013 年，2013-14 年被列為 2014 年，如此類推。

3.3.4 因跌倒而損失的工作時間

香港沒有因跌倒相關事故而損失工作時間的統計數字；然而，澳洲工作安全局 (Safe Work Australia) (2022a)表明，由於各種跌倒導致損失的工作時間中位數（平均 6.3 個工作週）略高於由於其他各種原因導致的總體工作時間中位數（平均 5.6 個工作週)。工人從高處墮下（7.4 個工作週）的平均恢復時間比在同一高度跌倒的恢復時間更長（5.8 個工作週；圖 3.14）。

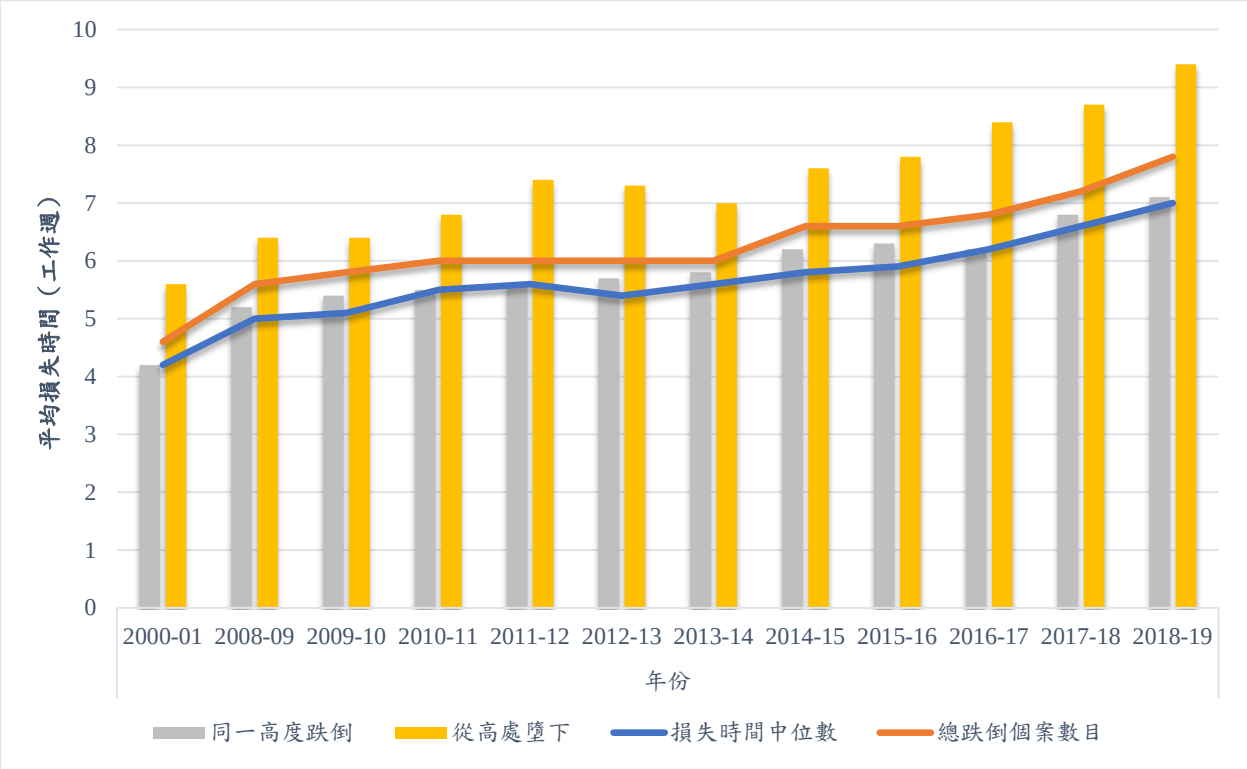


圖 3.14. 2000-01 年至 2018-19 年，澳洲人因跌倒、絆倒和滑倒而損失時間的中位數（Safe Work Australia，2022a）。

3.3.5 賠償

同樣，無法找到有關香港跌倒事故賠償的數據。根據澳洲工作安全局(2022a)，為跌倒相關事故支付的平均賠償金中位數為 10,983.3 澳元，高於所有類型原因而支付的平均總賠償金（10,433.3 澳元）。由於從高處墮下造成的賠償更為嚴重，2000-01 至 2018-19 年從高處墮下個案的平均賠償金額（13,433.3 澳元）高於在同一高度跌倒個案的平均賠償金額（10,175 澳元）（圖 3.15)。

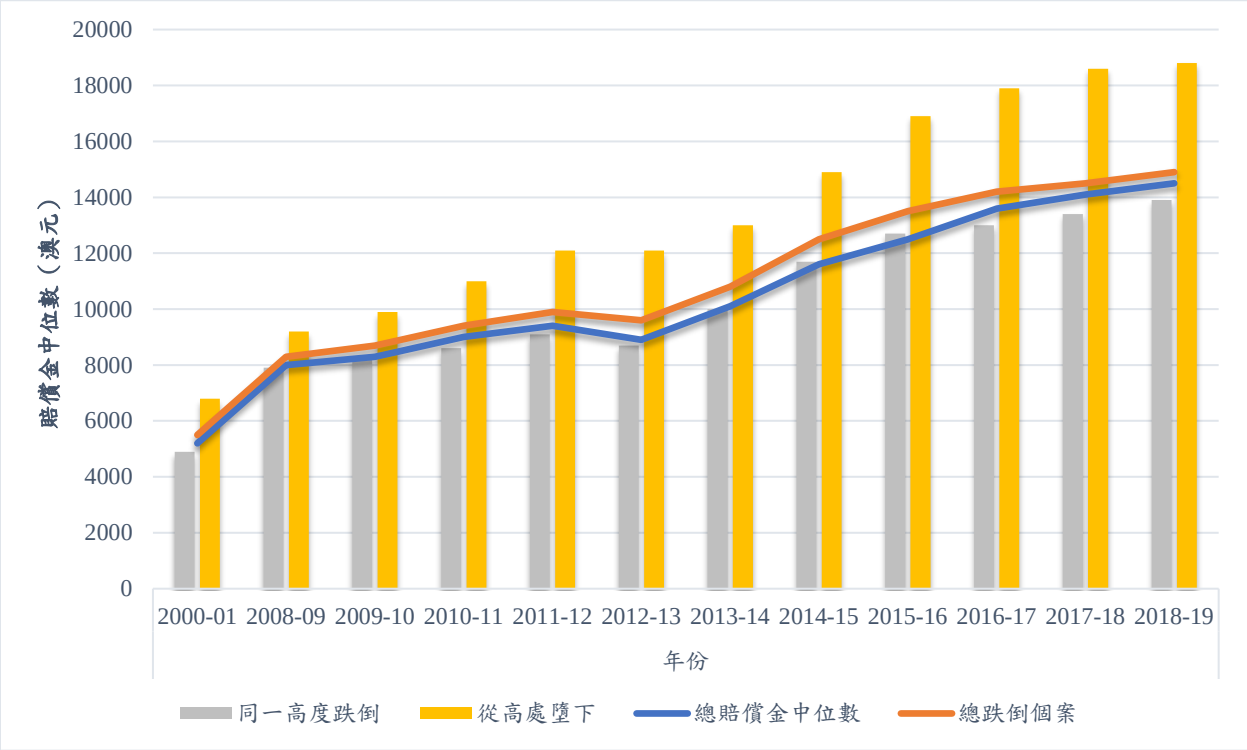


圖 3.15. 2000-01 年至 2018-19 年，澳洲人因跌倒、絆倒和滑倒而支付的賠償金中位數（Safe Work Australia，2022a）。

根據美國國家賠償保險委員會的數據（2022 年），跌倒或滑倒造成的單次索賠總費用（48,575 美元）在各類索賠中排名第三。此外，與跌倒相關的平均賠償高於整體索賠平均值(41,353 美元)（圖 3.16）。



圖 3.16. 2019 年至 2020 年美國每次因受傷而索賠的平均總金額（美國國家賠償保險委員會，2022 年）。

3.4 工作場所滑倒、絆倒和在同一高度跌倒（STF）

在本節中，我們研究了與所有工作場所STF相關的數據，即包括(1)所有工作場所STF個案，(2)工作場所 STF 的非致命個案以及(3)工作場所 STF 的致命個案。

3.4.1 所有工作場所滑倒、絆倒和在同一高度跌倒個案（致命和非致命合計）

參照勞工處公佈的統計數據（2022a、2022b），香港在其他亞洲人群中，每10,000名工人計算的工作場所STF個案事故率最高，例如相比台灣（勞動部職業安全衛生署，2022）和新加坡（新加坡人力部，2019a），以及其他西方國家，例如加拿大（加拿大工人賠償委員會協會，日期不詳）和英國（英國健康與安全執行局，2022 年；圖 3.17）。

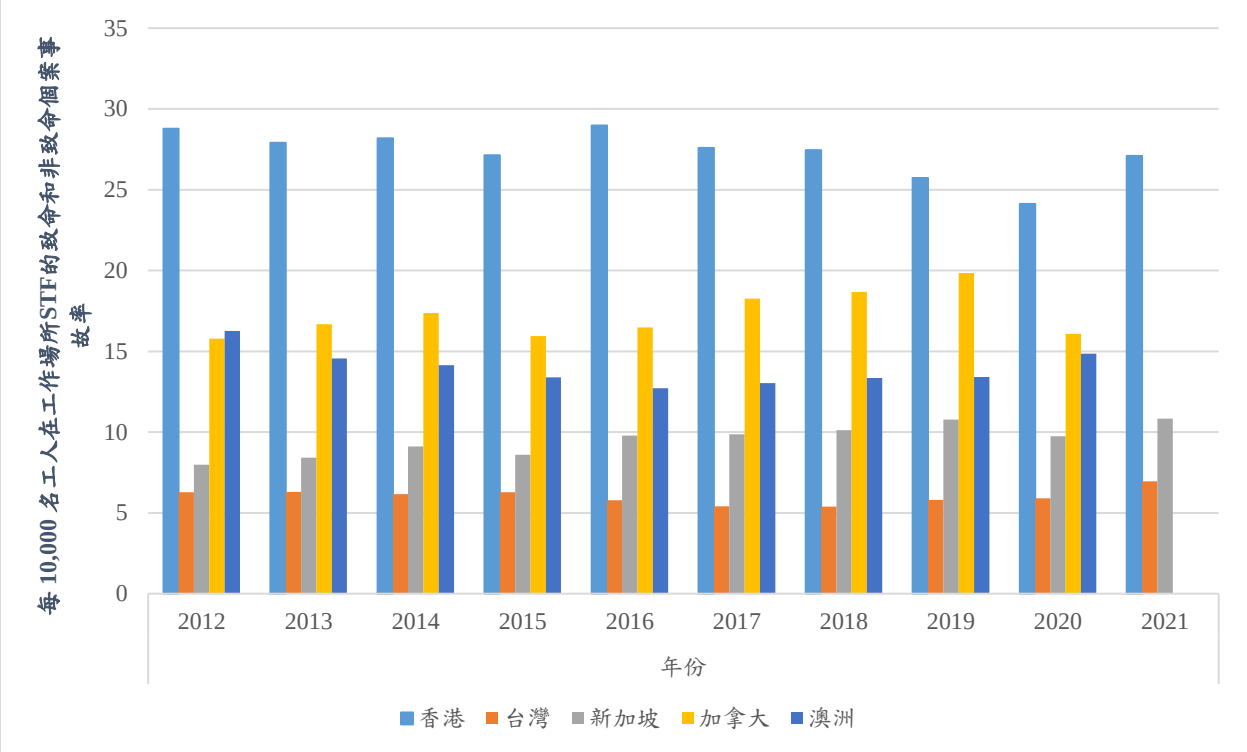


圖 3.17. 從 2012 年至 2021 年，香港所有行業每 10,000 名工人在工作場所的致命和非致命 STF 個案事故率（香港勞工處，2022a；香港勞工處，2022b；香港政府統計處，2022)和其他人群 [台灣 2012-2021：（台灣職業安全衛生署，2022），新加坡 2012-2021：（新加坡人力部，2022a；新加坡人力部，2022b），加拿大

2012-2020 :(加拿大工人賠償委員會協會，日期不詳；加拿大統計局，日期不詳），澳洲 [10]2012-2021 年：（澳洲統計局，2022 年；澳洲工作安全局，2018a；澳洲工作安全局，2018b）]。

3.4.2 工作場所滑倒、絆倒或在同一高度跌倒的非致命個案

與過去三年其他地區相比，香港滑倒、絆倒和跌倒佔非致命事故總數的比例高於台灣、新加坡、澳門、日本、加拿大、美國和澳洲（表 3.4）。此外，九個地區中有兩個（香港和新加坡）似乎有增加的趨勢。

表 3.4. 2012 年至 2021 年香港和其他地區工作場所 STF 非致命個案佔所有非致命事故的百分比。

種群	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	平均值
英國	N/A	N/A	28.2%	28.2%	28.5%	30.5%	28.8%	34.0%	32.4%	30.4%	30.1%
香港	**26.7%**	**27.7%**	**28.7%**	**28.9%**	**30.9%**	**30.0%**	**29.7%**	**30.1%**	**32.7%**	**33.0%**	**29.9%**
新加坡	N/A	22.6%	23.0%	24.4%	26.8%	28.0%	28.2%	28.4%	30.6%	29.6%	26.8%
日本	21.7%	21.9%	22.6%	22.3%	23.0%	23.5%	25.0%	23.9%	23.6%	22.5%	23.0%
美國	16.5%	19.2%	21.0%	20.3%	19.6%	20.0%	N/A	N/A	N/A	N/A	19.4%
澳門	N/A	14.9%	17.8%	16.7%	17.5%	17.8%	17.4%	19.2%	17.1%	18.7%	17.4%
澳洲 [11]	14.4%	13.9%	14.3%	14.4%	14.3%	14.8%	15.0%	14.9%	15.6%	N/A	14.6%
加拿大	11.2%	12.1%	12.8%	12.2%	12.3%	13.3%	13.1%	13.9%	11.4%	N/A	12.5%
台灣	9.4%	9.1%	8.7%	8.4%	9.2%	9.4%	9.5%	9.4%	9.2%	8.7%	9.1%

註： 數據擷取自以下來源：香港 2012-2021：（香港勞工處，2022a；香港勞工處，2022b）；英國 2014-2021：（英國健康與安全執行局，2022），新加坡 2013-2021 年：（新加坡人力部，2022a），日本 2012-2021：（日本厚生勞動省，日期不詳），美國 2012-2017：（美國勞工統計局，2018c），台灣 2012-2021：（台灣職業安全衛生署，2022），澳門 2013-2021：（澳門勞工事務局，2022)，澳洲 2012-2020：（澳洲工作安全局，2022a），加拿大 2012-2020：（加拿大工人賠償委員會協會，日期不詳）

[10]為了有條理地總結統計數據，澳洲 2011-12 年的數據被列為 2012 年，2012-13 年被列為 2013 年，2013-14 年被列為 2014 年，如此類推。

[11]為了有條理地總結統計數據，澳洲 2011-12 年的數據被列為 2012 年，2012-13 年被列為 2013 年，2013-14 年被列為 2014 年，如此類推。

2012-2021 年香港工作場所 STF 平均事故率（每 10,000 名工人有 27.3 宗）在六個不同地區人群（即香港、台灣、新加坡、加拿大、美國和澳洲）中排名第一（圖 3.18）。香港顯著地高於其他亞洲國家[比台灣（每 10,000 名工人有 6.0 宗）高 4.6 倍，比新加坡（每 10,000 名工人有 9.5 宗）高 2.9 倍]和西方人口[比澳洲（每 10,000 名工人有 14.0 宗）、美國（每 10,000 名工人有 15.1 宗）和加拿大（10,000 個工人有 17.2 宗）高大概 1.6 至 2.0 倍]。

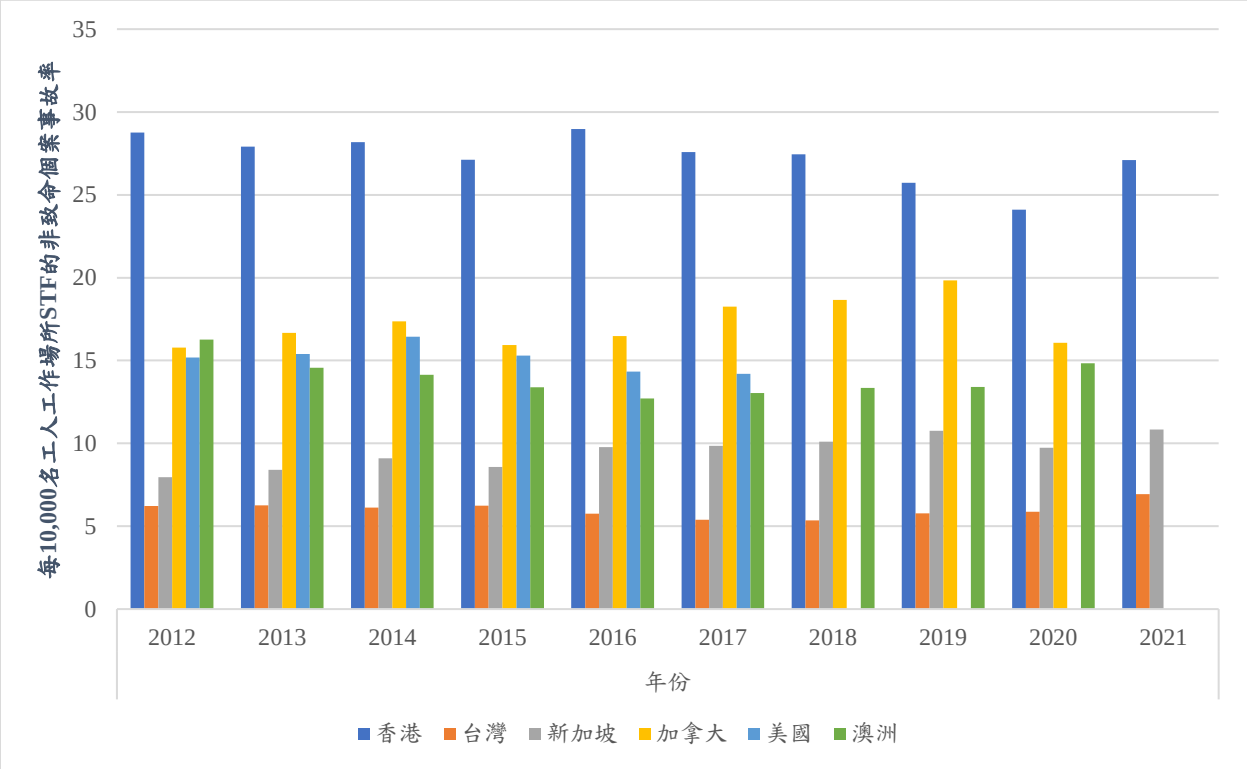


圖 3.18. 從 2012 年至 2021 年香港所有行業每 10,000 名工人在工作場所 STF 的非致命個案事故率（香港勞工處，2022a；香港勞工處，2022b；香港政府統計處，2022）和其他人群[台灣 2012-2021：（台灣職業安全衛生署，2022），新加坡 2012-2021：（新加坡人力部，2022a；新加坡人力部，2022b），加拿大 2012-2020：（工人協會加拿大薪酬委員會，日期不詳；加拿大統計局，日期不詳），美國 [12]2012-2017 年：（美國勞工統計局，2018c），澳洲 [13]2012-2021 年：(澳洲統計局，2022 年；澳洲安全工作局，2018a；澳洲安全工作組織，2018b)]。

[12]美國勞工統計局 (2018c)提供的 STF 數據是包括在同一高度跌倒和滑倒或絆倒而沒有跌倒(Fall on same level and Slip or strip without fall)的類別。

[13]為了有條理地總結統計數據，澳洲 2011-12 年的數據被列為 2012 年，2012-13 年被列為 2013 年，2013-14 年被列為 2014 年，如此類推。

3.4.2.1 工作場所滑倒、絆倒和在同一高度跌倒的非致命個案（按行業劃分）

如第 3.2.2.1 節所述，香港過去十年跌倒事故率最高的行業是製造業。香港製造業的 STF 非致命的平均事故率為每 10,000 名工人有 40.4 宗，接近是台灣（每 10,000 名工人有 4.8 宗）和日本(每 10,000 名工人有 4.7 宗）的 8.5 倍，也是美國（每 10,000 名工人中有 14.2 宗的 2.8 倍；圖 3.19）。

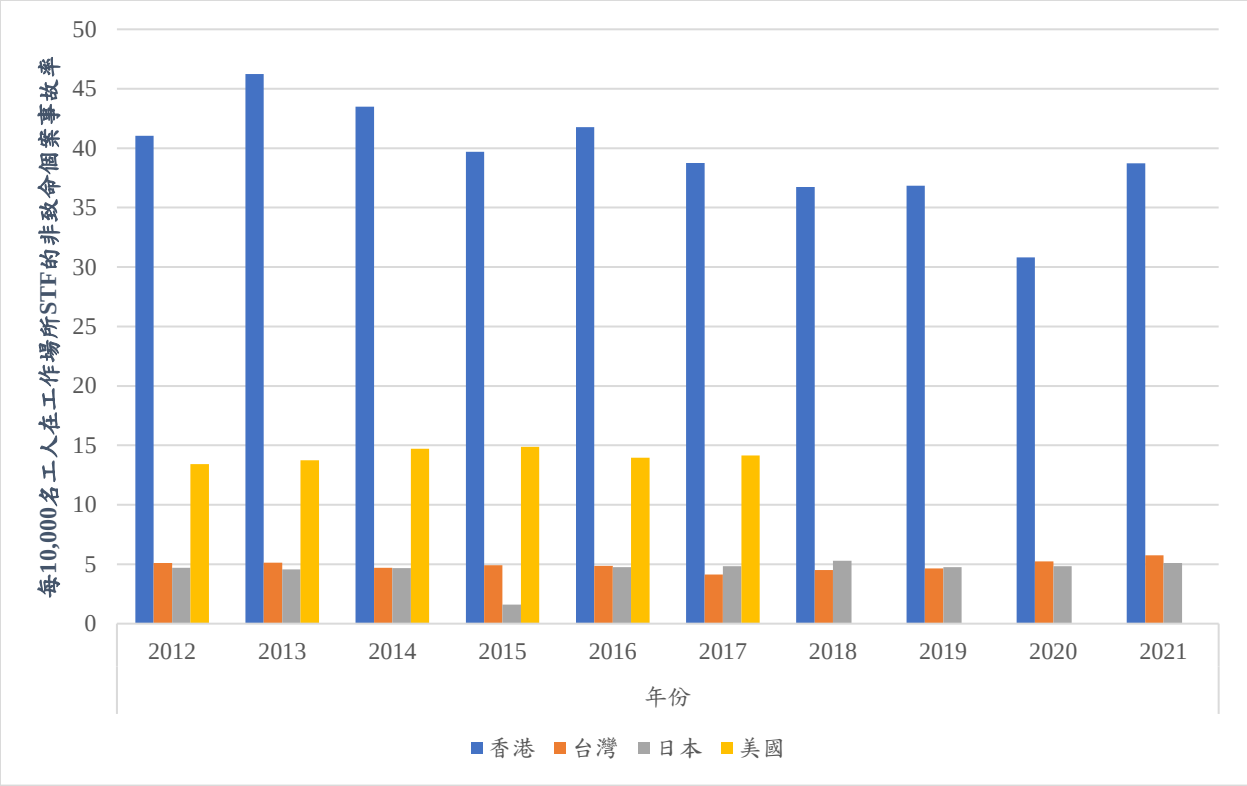


圖 3.19. 從 2012 年至 2021 年香港製造業每 10,000 名工人的在工作場所 STF 的非致命個案事故率（香港勞工處，2022a；香港勞工處，2022b；香港政府統計處，2022）和其他人群 [台灣 2012-2021：（台灣職業安全衛生署，2022），日本 2012-2021：（日本厚生勞動省，日期不詳），美國 [14]2012-2017：（台灣勞工統計局美國，2018c))。

[14]美國勞工統計局 (2018c)提供的 STF 數據是包括在同一高度跌倒和滑倒或絆倒而沒有跌倒(Fall on same level and Slip or strip without fall)的類別。

除製造業外，建造業 STF 的非致命個案事故率在香港排名第二（2012-2021 年每 10,000 名工人中有 25-31 人受傷）。過去十年的平均發病率為每 10,000 名工人有 27.3 人，是日本的 8 倍，台灣的 1.5 倍，美國的 2 倍（圖 3.20）。

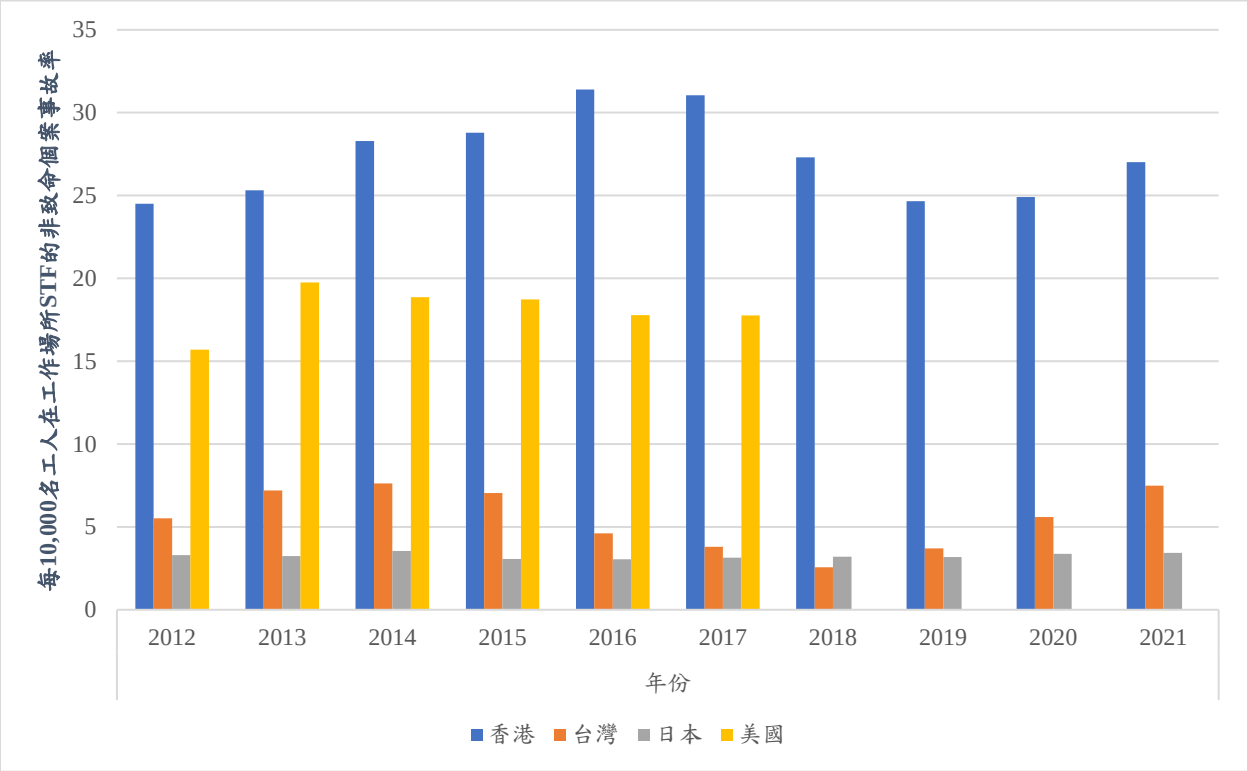


圖 3.20. 從 2012 年至 2021 年香港建造業每 10,000 名工人的工作場所 STF 非致命個案事故率（香港勞工處，2022a；香港勞工處，2022b；香港政府統計處，2022）和其他人群 [台灣 2012-2021：（台灣職業安全衛生署，2022），日本 2012-2021：（日本厚生勞動省，日期不詳），美國 [15]2012-2017（美國勞工統計局美國，2018c)]。

[15] 美國勞工統計局 (2018c)提供的 STF 數據是包括在同一高度跌倒和滑倒或絆倒而沒有跌倒(Fall on same level and Slip or strip without fall)的類別。

3.4.2.2 工作場所滑倒、絆倒和在同一高度跌倒的非致命個案（按性別劃分）

香港並無報告兩性在工作場所 STF 的非致命個案事故率。美國勞工統計局的從 2011 年至 2017 年間的數據（2018b），女性在工作場所在同一高度跌倒的非致命個案事故率一直高於男性（平均差異 = 9.5 / 10,000 全職工人）（圖 3.21）。

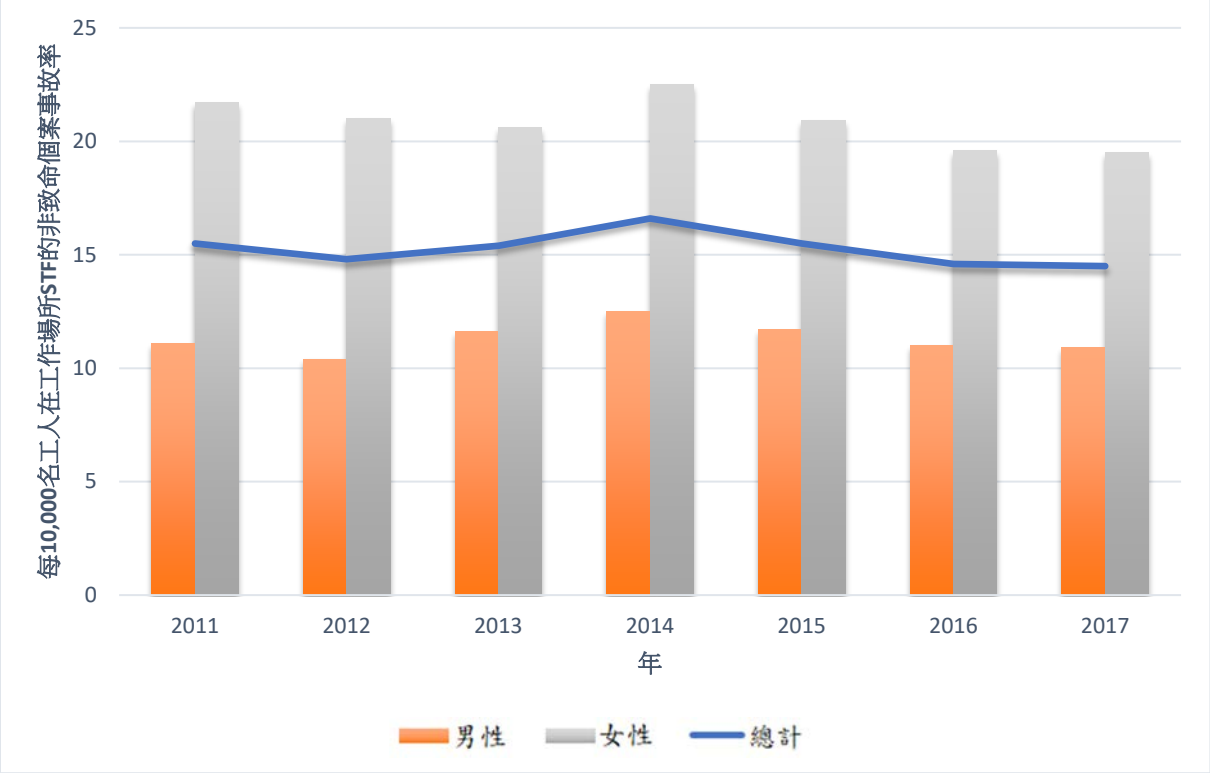


圖 3.21. 2011 年至 2017 年美國按性別劃分的每 10,000 名工人在工作場所 STF 的非致命個案事故率（美國勞工統計局，2018b）。

3.4.2.3 工作場所滑倒、絆倒和在同一高度跌倒的非致命個案（按年齡劃分）

同樣地，無法計算香港工作人口在不同年齡組別的跌倒事故率。使用從美國獲得的 2011-2017 年數據（美國勞工統計局，2018a），發現 65 歲及以上的高級工人在工作場所在同一高度跌倒的非致命個案事故率最高（平均每 10,000 名全職工人有 31.9 宗），其次是 55 至 64 歲的第二大年齡組（平均每 10,000 名全職工人有 25.6 宗）和 45 至 54 歲的第三大年齡組（平均每 10,000 名全職工人有 17.1 宗）（圖 3.22）。因此，年齡絕對是增加工作場所跌倒風險的重要風險因素（美國勞工統計局，2018a）。隨著香港工作人口老化（政府統計處 2022；圖 3.23），預計未來幾年整體工作場所跌倒事故率將攀升。

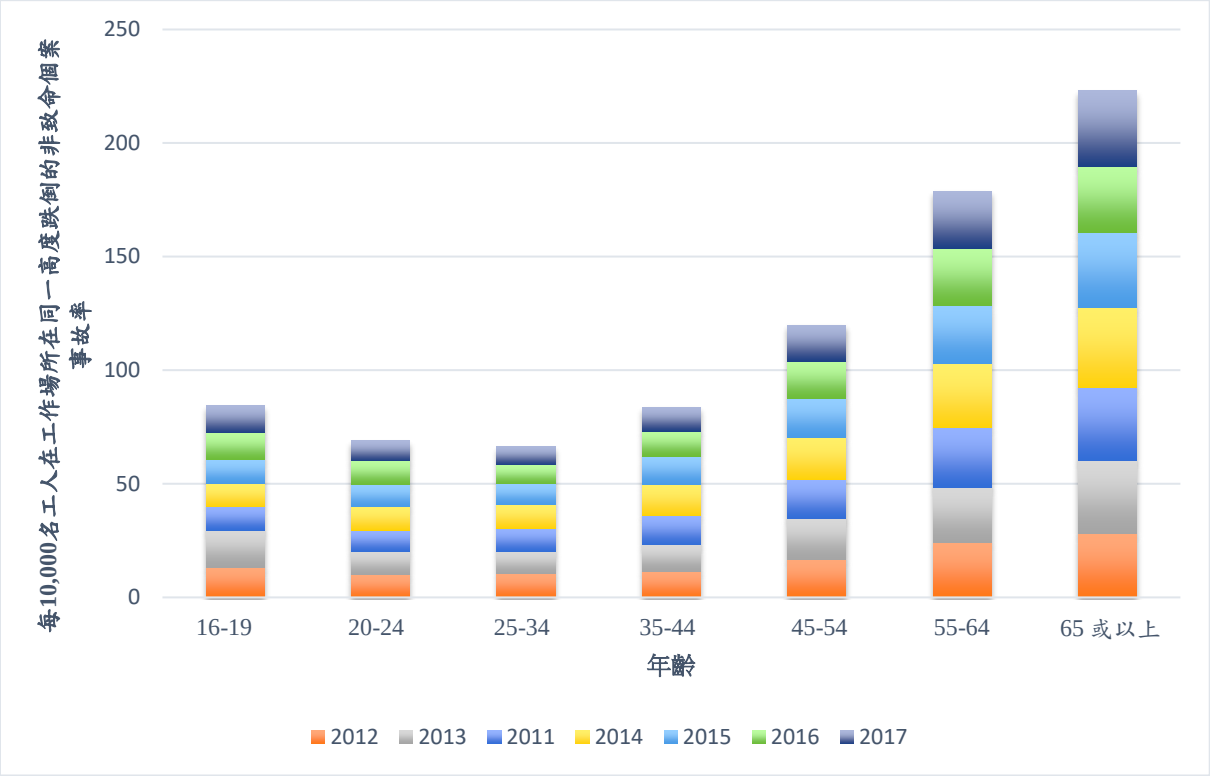


圖 3.22. 2011 年至 2017 年美國按年齡劃分的每 10,000 名工人的工作場所在同一高度跌倒的非致命個案事故率（美國勞工統計局，2018b）。

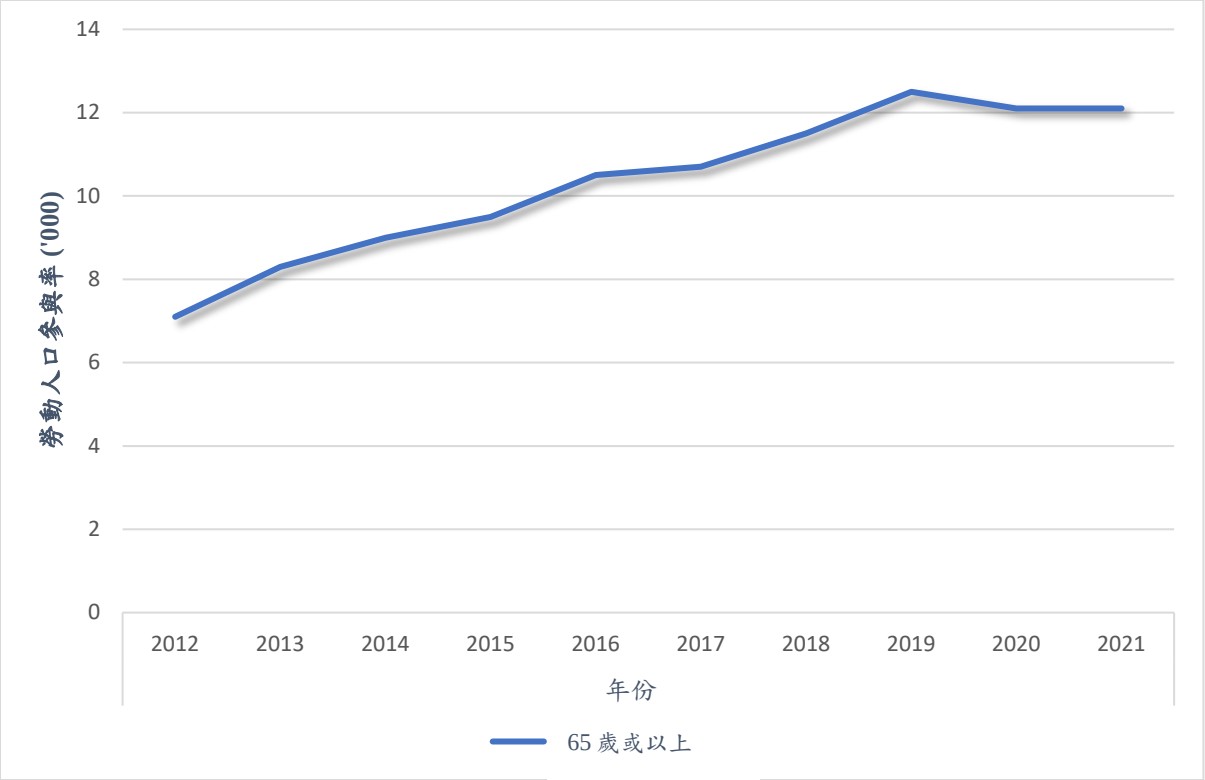


圖 3.23. 2012-2021 年香港 65 歲或以上的勞動人口參與率（政府統計處，2022）。

3.4.2.4 工作場所滑倒、絆倒和在同一高度跌倒的非致命性個案（按受傷身體部位劃分）

本港並沒有提供與受傷部位相關統計數字。參考台灣職業安全健康署（2022；圖 3.24）、澳洲安全工作局（2022a；圖 3.25）及美國勞工統計局（2018b；圖 3.26）的數據，下肢是 2012-2021 年非致命跌倒中最常受傷的身體部位（台灣：36.7%、澳洲：46.4%、美國：31.1%），其次是上肢受傷（台灣：28.1%、澳洲：19.4%、美國：23.4%）。

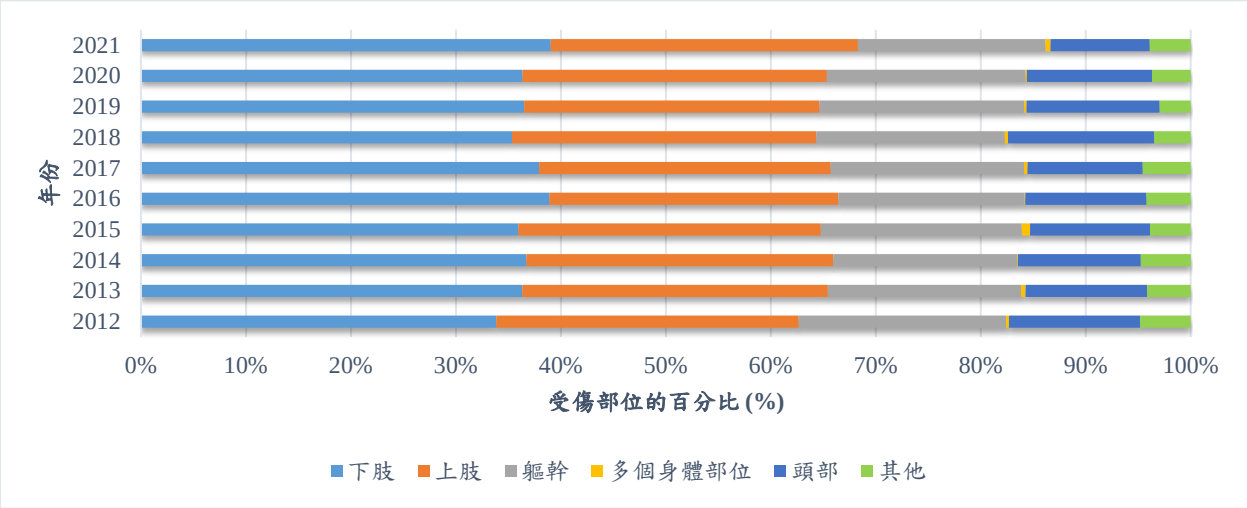


圖 3.24. 2012-2021 年台灣非致命跌倒傷害造成的受傷部位百分比（台灣職業安全衛生署，2022）。

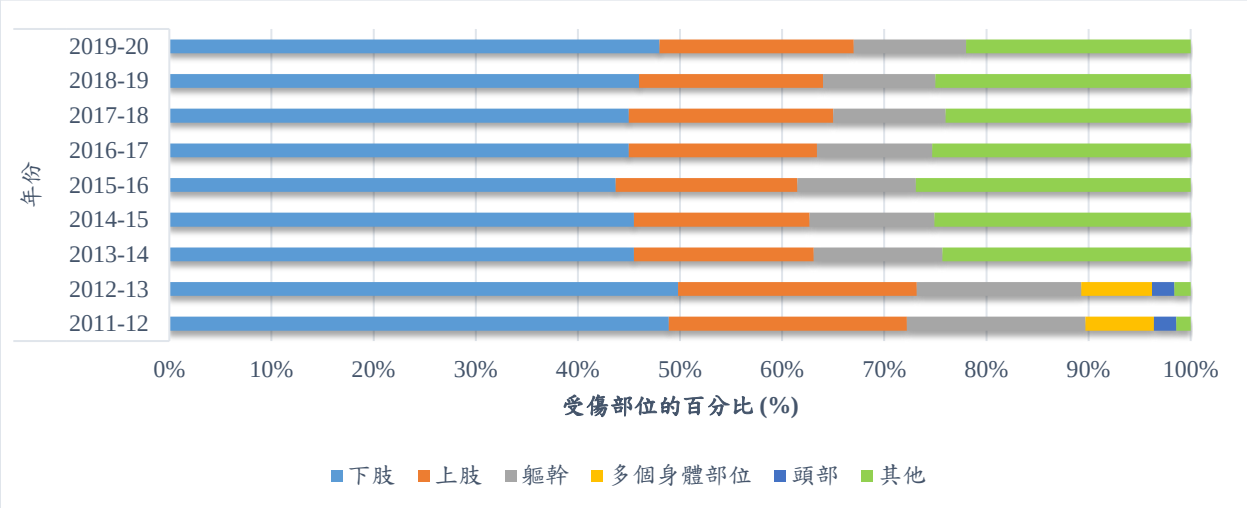


圖 3.25. 2012-2021 年澳洲非致命跌倒傷害造成的受傷部位百分比（Safe Work Australia 2022a）。

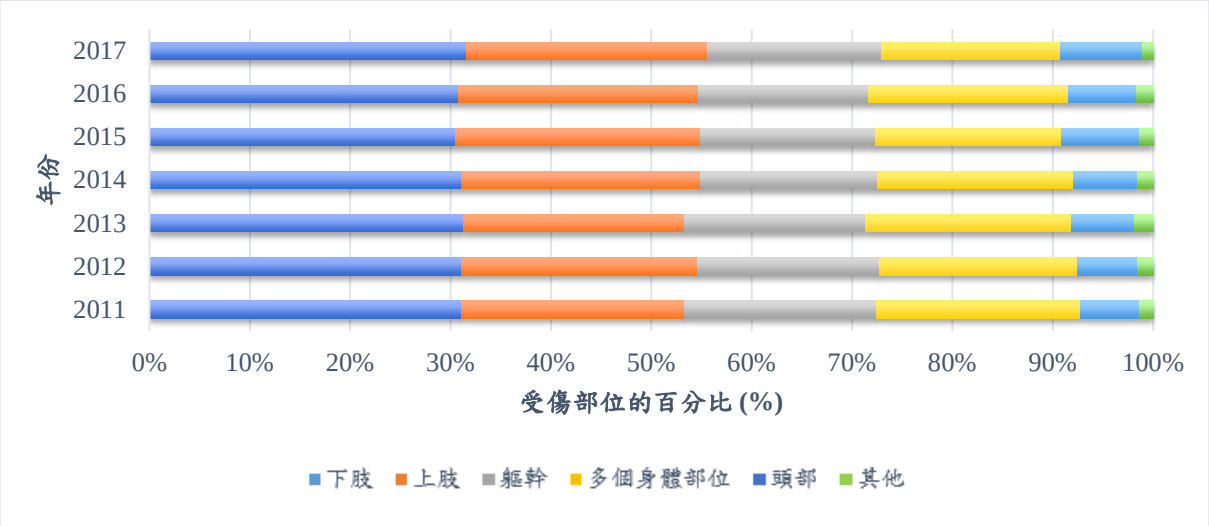


圖 3.26. 2011-2017 年美國非致命跌倒傷害造成的受傷部位百分比（美國勞工統計局 2018c）。

3.4.3 工作場所滑倒、絆倒或在同一高度跌倒的致命個案

過去 10 年，香港因工作場所滑倒、絆倒和在同一高度跌倒而死亡的情況極為罕見（平均 0.4%）。與澳洲（平均 0.4%）、澳門（平均 1.5%）、英國（平均 1.6%）和加拿大（平均 1.5%）等其他人口相比，它在所有致命工作場所事故中報告的百分比最低。新加坡報告的比例最高（平均 9.2%；表 3.5）。

表 3.5. 2012 年至 2021 年香港和其他地區所有致命事故中同級別緻命工作場所滑倒、絆倒和跌倒事故的百分比。

種群	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	平均值
新加坡	N/A	4.1%	6.7%	13.6%	9.1%	9.5%	17.1%	7.7%	10.0%	5.4%	9.2%
日本	3.0%	3.3%	2.0%	3.5%	2.6%	2.2%	3.1%	2.6%	3.5%	3.0%	2.9%
台灣	2.4%	2.2%	1.5%	1.9%	1.6%	1.9%	1.8%	2.3%	2.9%	1.2%	2.0%
英國	N/A	N/A	1.4%	0.7%	2.2%	2.8%	1.3%	1.8%	2.1%	0.8%	1.6%
加拿大	2.0%	1.7%	1.7%	1.6%	1.4%	1.4%	1.4%	1.2%	1.1%	N/A	1.5%
澳門	N/A	5.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	8.3%	0.0%	0.0%	0.0%	1.5%
澳洲 [16]	1.7%	0.0%	0.5%	0.5%	0.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.5%	N/A	0.4%
香港	**0.0%**	**0.0%**	**0.0%**	**0.0%**	**0.5%**	**0.9%**	**1.4%**	**0.0%**	**0.0%**	**0.8%**	**0.4%**
美國	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

註：數據擷取自以下來源：香港 2012-2021：（香港勞工處，2022a；香港勞工處，2022b）；日本 2012-2021：（日本厚生勞動省，日期不詳）；台灣 2012-2021：（台灣職業安全衛生署，2022）；加拿大 2012-2020：（加拿大工人賠償委員會協會，日期不詳）；英國 2014-2021（英國健康與安全執行局，2022 年）；澳門 2013-2021：（澳門勞工事務局，2022）；澳洲 2012–2021：（澳洲安全工作，2022b）

[16]為了有條理地總結統計數據，澳洲 2011-12 年的數據被列為 2012 年，2012-13 年被列為 2013 年，2013-14 年被列為 2014 年，如此類推。

3.5 在工作場所從高處墮下

在下一節中，我們研究了與所有在工作場所從高處墮下相關的數據，即包括（1）所有在工作場所從高處墮下（致命和非致命合計），（2）在工作場所從高處墮下的非致命個案以及（3）在工作場所從高處墮下的致命個案。

3.5.1 所有在工作場所從高處墮下（致命和非致命合計）

香港所有在工作場所從高處墮下的事故率與台灣相若（圖 3.27）。加拿大的事故率最高（2013 年每 10,000 名工人中有 7.9 人），是香港的三倍。澳洲的事故率也較高，但新加坡和台灣的事故率明顯低於香港。

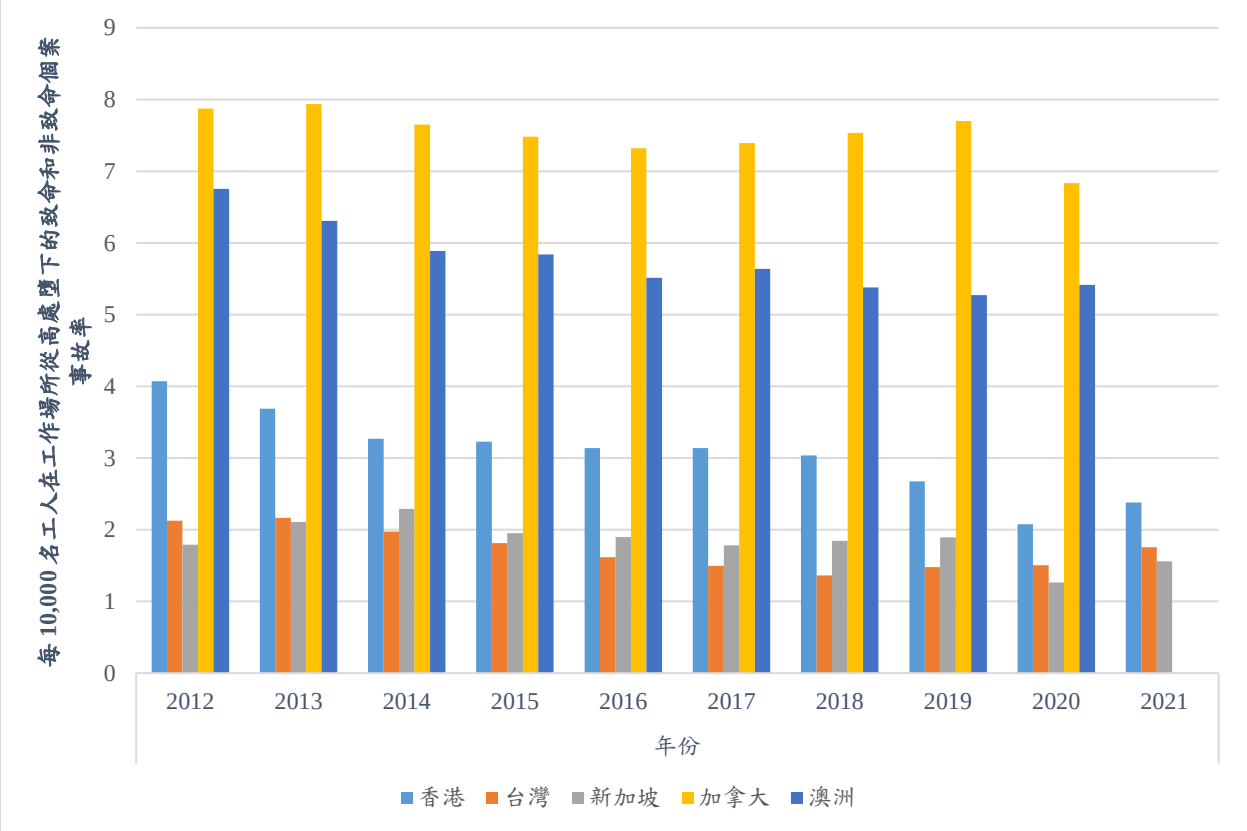


圖 3.27. 從 2012 年至 2021 年香港所有行業（香港勞工處，2022a；香港勞工處，2022b；香港政府統計處，2022）和其他人群中每 10,000 名工人在工作場所從高處墮下的致命和非致事故率[台灣 2012-2021：（台灣

職業安全衛生署，2022），新加坡 2012-2021：（新加坡人力部，2022a；新加坡人力部，2022b），加拿大 2012-2020：（工人協會加拿大薪酬委員會，日期不詳；加拿大統計局，日期不詳），澳洲 [17]2012-2020：（澳洲統計局，2022；澳洲安全工作，2022a；澳洲安全工作，2022b）]。

3.5.2 在工作場所從高處墮下的非致命個案

與擷取自其他人口的數據相比，香港報告的在工作場所從高處墮下的非致命個案平均百分比佔所有非致命事故中最低（表 3.6）。除日本（過去 3 年平均佔所有非致命事故的 16.6%）外，亞洲在工作場所從高處墮下非致命個案往往低於英國、澳洲、加拿大和美國等西方國家報告的百分比。

表 3.6. 2012 至 2021 年香港及其他地區在工作場所從高處墮下的非致命個案佔所有非致命事故的百分比。

種群	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	平均值
日本	17.0%	17.1%	17.2%	17.1%	17.0%	16.9%	16.7%	17.0%	16.0%	14.2%	16.6%
英國	N/A	N/A	7.7%	7.9%	7.5%	7.7%	7.7%	9.3%	8.1%	8.2%	8.0%
澳洲 [18]	5.9%	6.0%	5.9%	6.3%	6.2%	6.4%	6.0%	5.8%	5.7%	N/A	6.0%
加拿大	5.6%	5.8%	5.6%	5.7%	5.4%	5.4%	5.3%	5.4%	4.8%	N/A	5.4%
美國	5.2%	5.1%	5.3%	5.3%	4.9%	4.8%	N/A	N/A	N/A	N/A	5.1%
新加坡	N/A	5.6%	5.7%	5.4%	5.0%	5.0%	5.0%	4.9%	3.9%	4.1%	4.9%
台灣	4.9%	5.2%	4.8%	4.8%	4.9%	4.8%	4.6%	5.0%	5.0%	5.1%	4.9%
澳門	N/A	2.7%	4.4%	3.8%	4.0%	3.4%	3.6%	3.7%	4.6%	5.2%	3.9%
香港	**3.6%**	**3.5%**	**3.2%**	**3.4%**	**3.2%**	**3.3%**	**3.2%**	**3.0%**	**2.7%**	**2.8%**	**3.2%**

注：數據擷取自以下來源：香港 2012-2021：（香港勞工處，2022a；香港勞工處，2022b）；日本 2012-2021：（日本厚生勞動省，日期不詳），英國 2014-2021：（英國健康與安全執行局，2022），澳洲 2012-2020：（澳洲安全工作，2022a），加拿大 2012 -2020 年：（加拿大工人賠償委員會協會，日期不詳），美國 [19]2012-2017 年：（美國勞工統計局，2018b），新加坡 2012-2021：（新加坡人力部，2022 年），台灣 2012-2021：（台灣職業安全衛生局，2022），澳門 2013-2021：（澳門勞工事務局，2022）

[17]為了有條理地總結統計數據，澳洲 2011-12 年的數據被列為 2012 年，2012-13 年被列為 2013 年，2013-14 年被列為 2014 年，如此類推。

[18]為了有條理地總結統計數據，澳洲 2011-12 年的數據被列為 2012 年，2012-13 年被列為 2013 年，2013-14 年被列為 2014 年，如此類推。

[19]美國勞工統計局 (2018b)提供的 STF 數據是包括在同一高度跌倒和滑倒或絆倒而沒有跌倒(Fall on same level and Slip or strip without fall)的類別。

與台灣和新加坡報告的數字相比，香港在工作場所從高處墮下的非致命個案事故率更高；然而，它比加拿大和澳洲報告的要低很多（圖 3.28）。在本報告研究的所有人群中，加拿大在工作場所從高處墮下的非致命個案事故率仍居首位，因為他們幾乎所有在工作場所從高處墮下的個案都是非致命的。相比之下，由於台灣從高處墮下個案的死亡率很高，一旦從分析中剔除致命個案，台灣的從高處墮下的非致命個案事故率明顯低於香港。

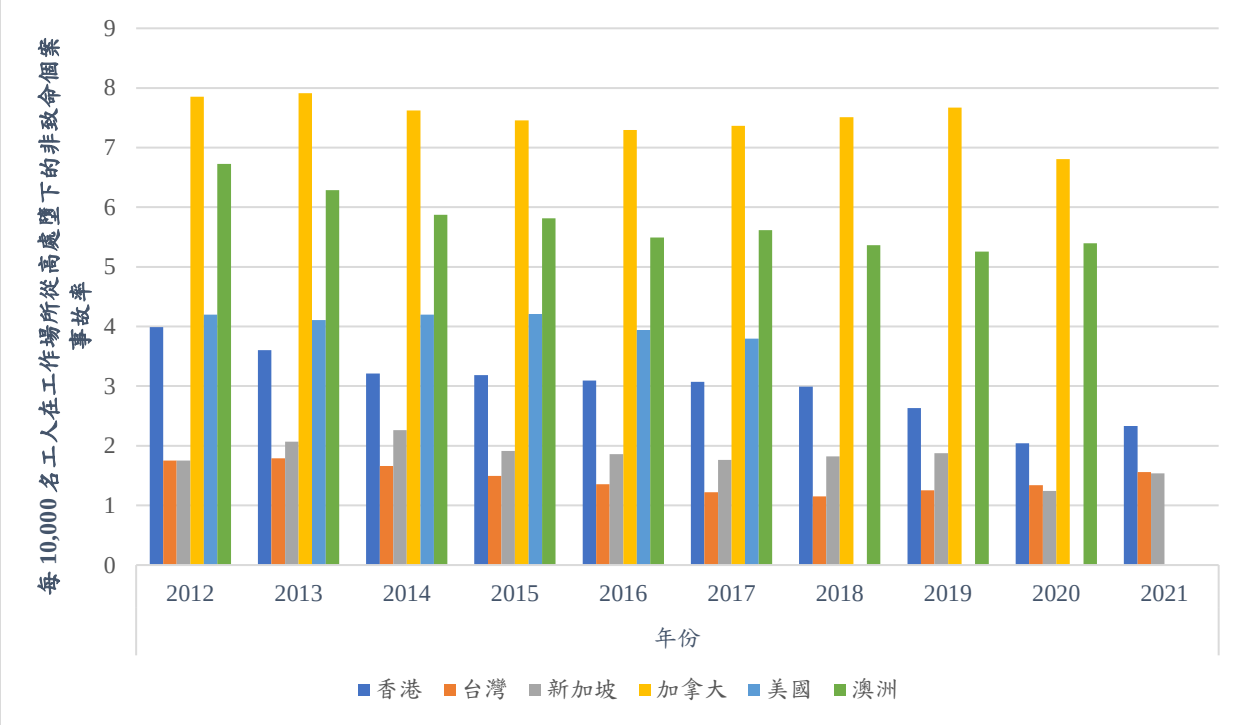


圖 3.28. 從 2012 年至 2021 年香港所有行業每 10,000 名工人在工作場所從高處墮下的非致命個案事故率（香港勞工處，2022a；香港勞工處，2022b；香港政府統計處，2022）和其他人群[台灣 2012-2021：（台灣職業安全衛生署，2022），新加坡 2012-2021：（新加坡人力部，2022a；新加坡人力部，2022b），加拿大 2012-2020：（工人賠償協會加拿大委員會，日期不詳；加拿大統計局，日期不詳），美國 [20]2012-2017：（美國勞工統計局，2018b），澳洲 [21]：（澳洲統計局，2022 年；澳洲安全工作局，2022a）]。

[20]美國勞工統計局 (2018b)提供的 STF 數據是包括在同一高度跌倒和滑倒或絆倒而沒有跌倒(Fall on same level and Slip or strip without fall)的類別。

[21]為了有條理地總結統計數據，澳洲 2011-12 年的數據被列為 2012 年，2012-13 年被列為 2013 年，2013-14 年被列為 2014 年，如此類推。

3.5.2.1 在工作場所從高處墮下的非致命個案（按行業劃分）

比較香港不同行業的在工作場所從高處墮下的非致命個案事故率，製造業（每 10,000 名工人 4.6 宗；圖 3.29）比建造業（每 10,000 名工人 10.6 宗；圖 3.30）低 2.3 倍，這或許與他們的工作性質有關。但是同樣地，全球建築行業從高處墮下的非致命個案事故率普遍高於製造業（即美國高 4.8 倍，日本和台灣高 3.9 倍）。香港在工作場所從高處墮下的平均非致命個案事故率（每 10,000 名工人 4.6 宗）是其他四個地區人口的製造業中最高，其次是美國（每 10,000 名工人 3.8 宗）。香港的比率是台灣的 3.5 倍（每 10,000 名工人 1.3 宗），是日本的 1.6 倍（每 10,000 名工人 2.8 宗；圖 3.29）。

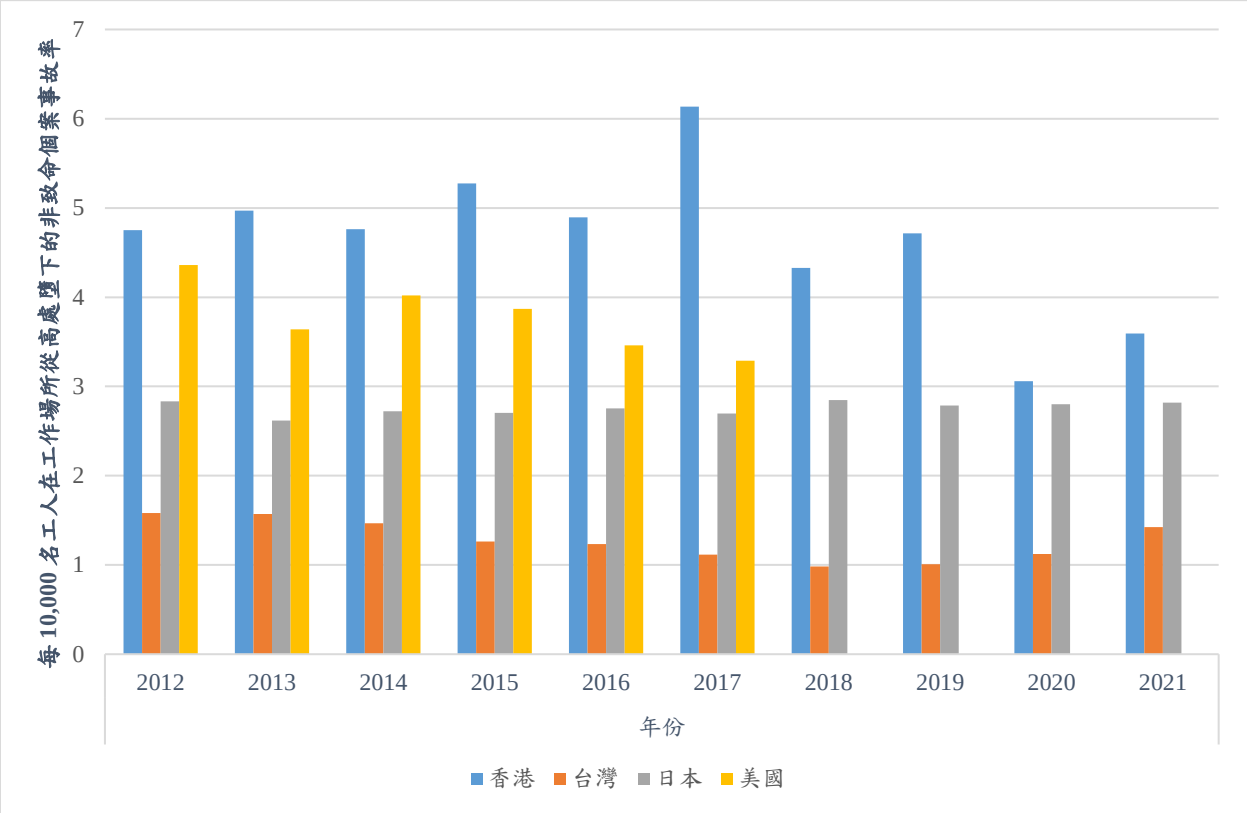


圖 3.29. 從 2012 年至 2021 年香港製造業每 10,000 名工人在工作場所從高處墮下的非致命個案事故率（香港勞工處，2022a；香港勞工處，2022b；香港政府統計處，2022）和其他人群 [台灣 2012-2021：（職業安全衛生署，2022），日本 2012-2021：（日本厚生勞動省，日期不詳），美國 [22]2012-2017：（美國勞工統計局，2018b）]。

[22]美國勞工統計局 (2018b)提供的 STF 數據是包括在同一高度跌倒和滑倒或絆倒而沒有跌倒(Fall on same level and Slip or strip without fall)的類別。

香港建造業在工作場所從高處墮下的非致命個案事故率（平均每 10,000 名工人 10.6 宗）排名第三，僅次於美國（平均每 10,000 名工人 18.2 宗）和日本（平均每 10,000 名工人 10.5 宗）（圖 3.30）)。相比之下，日本的事件事故率與香港相似，但台灣報告的事故率最低（每 10,000 名工人 5.1 宗）。

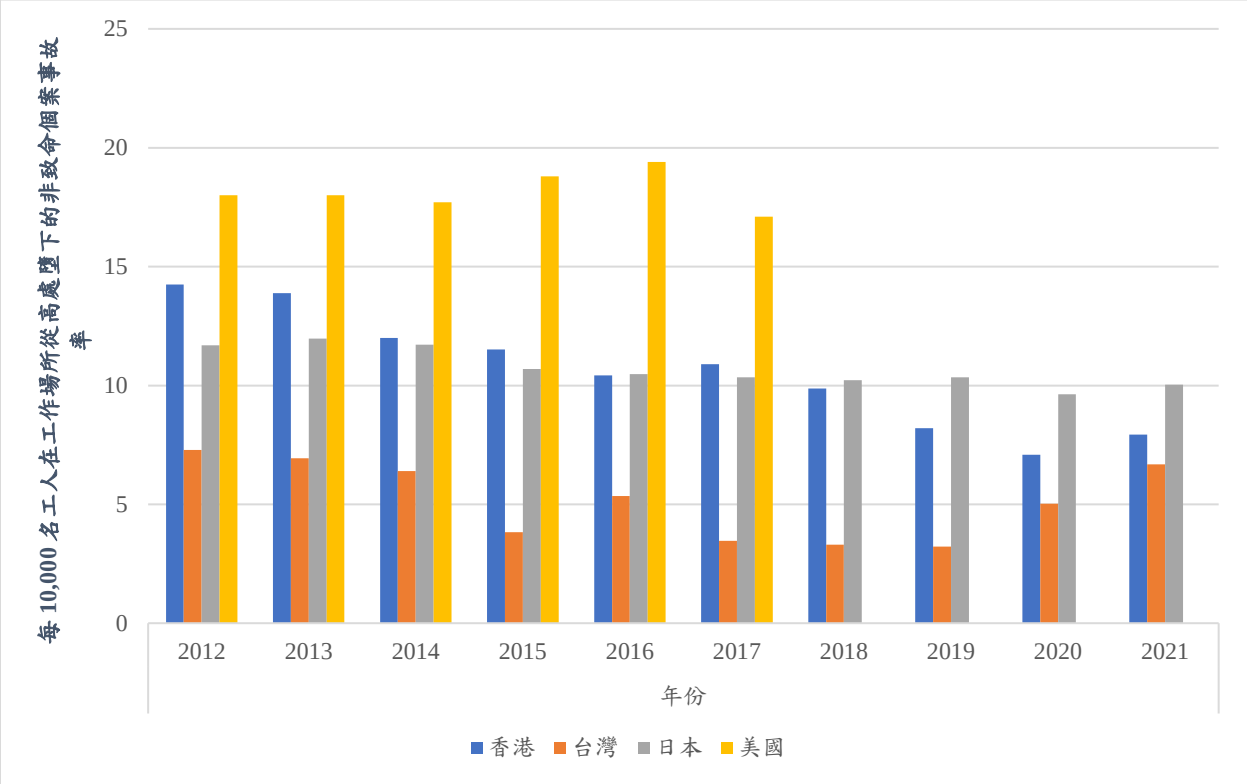


圖 3.30. 從 2012 年至 2021 年香港建造業每 10,000 名工人在工作場所從高處墮下的非致命個案事故率（香港勞工處，2022a；香港勞工處，2022b；香港政府統計處，2022）和其他人群 [台灣 2012-2021：（台灣職業安全衛生署，2022），日本 2012-2021：（日本厚生勞動省，日期不詳），美國 2012-2017（美國勞工統計局，2018b）]。

3.5.2.2 在工作場所從高處墮下的非致命個案（按性別劃分）

香港並無報告兩性在工作場所從高處墮下的非致命個案事故率；然而，根據美國勞工統計局 (2018a)的數據，從 2011 年到 2017 年男性在工作場所跌落至較低高度的非致命個案事故率一直高於女性（平均差異 = 3.8/10,000 全職工人）（圖 3.31）。



圖 3.31. 2011 至 2017 年美國按性別劃分的每 10,000 名工人的在工作場所從高處墮下的非致命個案事故率（美國勞工統計局，2018a）。

3.5.2.3 在工作場所從高處墮下的非致命個案（按年齡劃分）

同樣地，無法計算香港工作人口在不同年齡組別從高處墮下非致命的事故率。據美國報告（美國勞工統計局，2018b），55 至 64 歲年齡組在工作場所從高處墮下的非致命個案事故率最高（平均每 10,000 名全職工人有 6.7 人），其次是 2011-2017 年的 65 歲及以上年齡組（平均每 10,000 名全職工人中有 6.3 人）和 45 至 54 歲的第三大年齡組（平均每 10,000 名全職工人中有 6.0 人）（圖 3.32）。

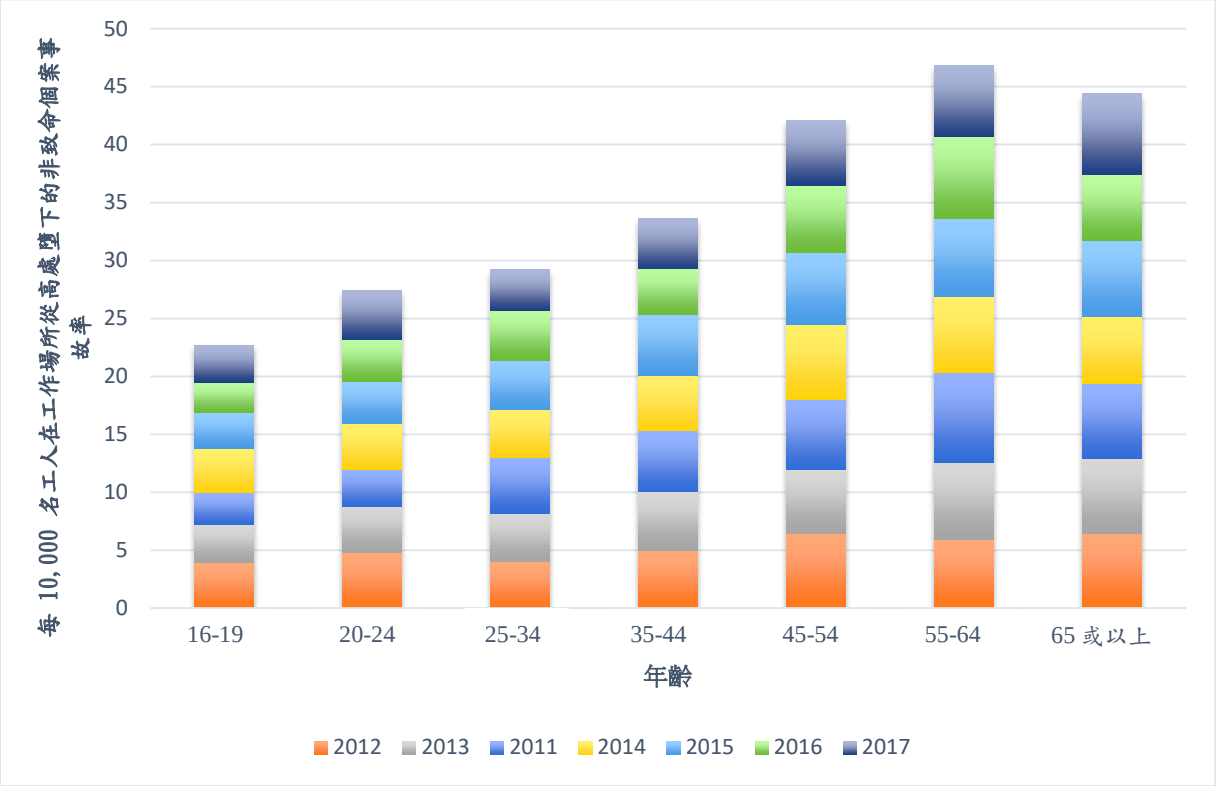


圖 3.32. 2011 至 2017 年美國按年齡劃分的每 10,000 名工人在工作場所從高處墮下的非致命個案事故率（美國勞工統計局，2018a）。

3.5.3 在工作場所從高處墮下的致命個案

過去十年，在工作場所從高處墮下的致命個案平均佔香港整體致命事故的 12.1%，僅次於加拿大，位列第二，低於英國（平均 27.0%）、日本（平均 25.6%）、新加坡（平均 22.6%）、澳門（平均 20.7%）、台灣（平均 18.4%）和澳洲（平均 12.3%）。在所有調查人群的所有致命事故中，加拿大報告的在工作場所從高處墮下的致命事故百分比最低（平均 5.1%；表 3.7）。

表 3.7. 2012 至 2021 年香港及其他地區在工作場所從高處墮下死亡事故佔所有致命事故中的百分比。

種群	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	平均值
英國	N/A	N/A	29.6%	25.9%	24.8%	28.9%	28.9%	27.4%	24.8%	23.6%	26.7%
日本	24.8%	25.8%	24.9%	25.5%	25.0%	26.4%	28.2%	25.6%	23.8%	25.0%	25.5%
新加坡	N/A	19.2%	16.7%	21.2%	19.7%	19.0%	19.5%	17.9%	26.7%	21.6%	20.2%
澳門	N/A	0.0%	33.3%	24.0%	14.8%	10.5%	33.3%	28.6%	7.1%	26.7%	19.8%
台灣	19.1%	20.4%	18.2%	19.9%	18.1%	23.2%	17.5%	20.6%	15.6%	16.9%	18.9%
澳洲 [23]	13.0%	12.9%	11.2%	13.7%	13.9%	15.2%	11.8%	11.1%	11.9%	N/A	12.7%
香港	**15.8%**	**17.6%**	**11.0%**	**9.0%**	**8.9%**	**11.0%**	**7.8%**	**6.8%**	**5.6%**	**6.8%**	**10.0%**
加拿大	3.8%	5.5%	5.1%	5.2%	5.9%	4.9%	4.9%	6.7%	5.3%	N/A	5.3%

注：數據擷取自以下來源：香港 2012-2021：（香港勞工處，2022a；香港勞工處，2022b）；英國 2014-2021（英國健康與安全執行局，2022）；日本 2012-2021：（日本厚生勞動省，日期不詳）；新加坡 2013-2021：（新加坡人力部，2022），澳門 2013-2021：（澳門勞工事務局，2022）；台灣 2012-2021：（台灣職業安全衛生署，2022）；澳洲 2012–2020：（澳洲工作安全局，2022b）。加拿大 2012-2020：（加拿大工人賠償委員會協會，日期不詳）

[23]為了有條理地總結統計數據，澳洲 2011–12 年的數據被列為 2012 年，2012–13 年被列為 2013 年，2013–14 年被列為 2014 年，如此類推。

香港在工作場所從高處墮下的平均致命個案事故率（每 1,000,000 名工人 5.6 宗）高於新加坡（每 1,000,000 名工人 3.0 宗）、加拿大（每 1,000,000 名工人 2.7 宗）和澳洲（每 1,000,000 名工人 2.1 宗）。然而，香港明顯低於台灣報告的比率（每 1,000,000 名工人中有 27.2 宗）。是次研究中，台灣報告的比率是所有其他地區人口中最高（圖 3.33）。

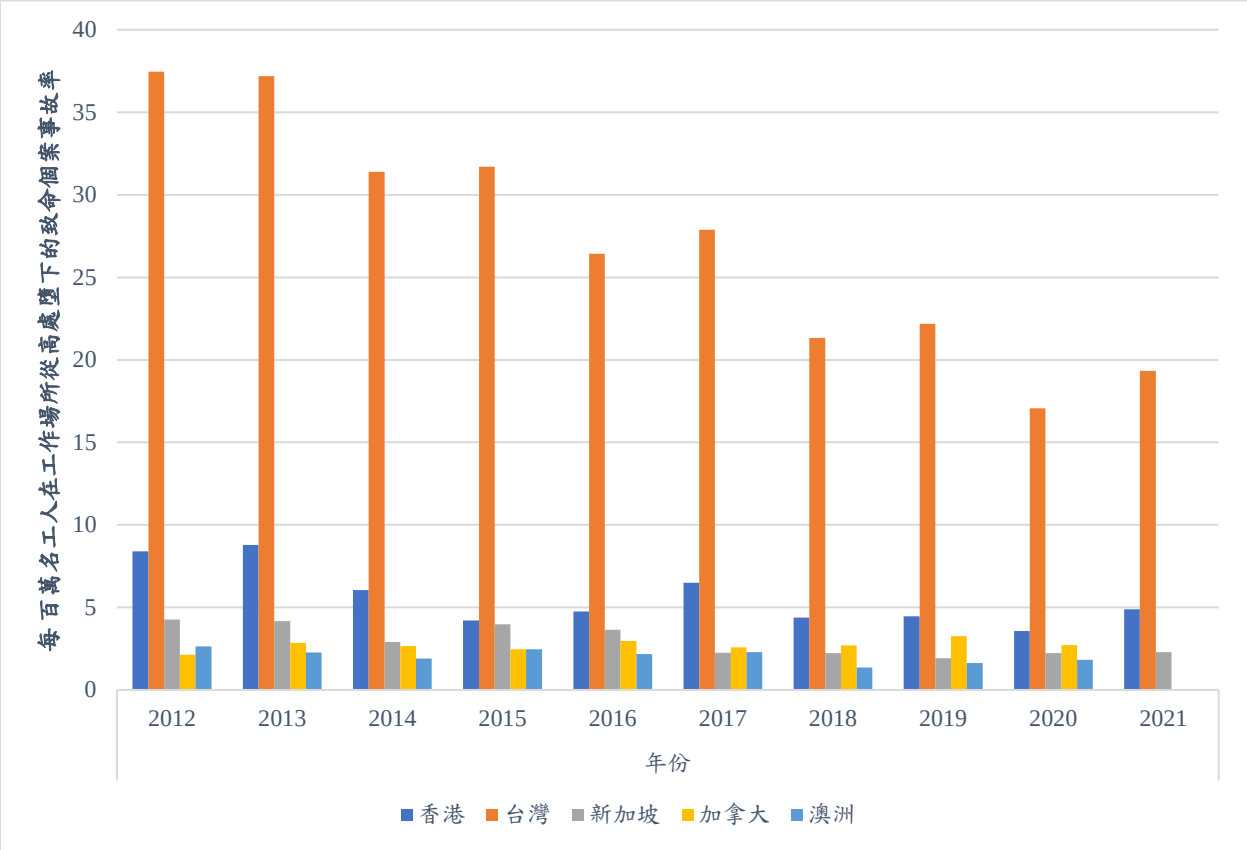


圖 3.33. 2012 至 2021 年香港所有行業每 1,000,000 名工人在工作場所從高處墮下的致命個案事故率。（香港勞工處，2022a；香港勞工處，2022b；香港政府統計處，2022）及其他人口[台灣 2012-2021：（台灣職業安全衛生署，2022），新加坡 2012-2021：（新加坡人力部，2022a；新加坡人力部，2022b），加拿大 2012-2020：（協會加拿大工人賠償委員會，日期不詳；加拿大統計局，日期不詳），澳洲 [24]：（澳洲統計局，2022；澳洲工作安全局，2022a）]。

[24]為了有條理地總結統計數據，澳洲 2011-12 年的數據被列為 2012 年，2012-13 年被列為 2013 年，2013-14 年被列為 2014 年，如此類推。

3.5.3.1 在工作場所從高處墮下的致命個案（按行業劃分）

在製造業方面，香港（每 1,000,000 名工人 6.4 宗）在工作場所從高處墮下的致命個案平均事故率低於台灣（每 1,000,000 名工人 15.1 宗），然而高於新加坡（每 1,000,000 名工人 1.5 宗）和日本（每 1,000,000 名工人 2.5 宗；圖 3.34）。

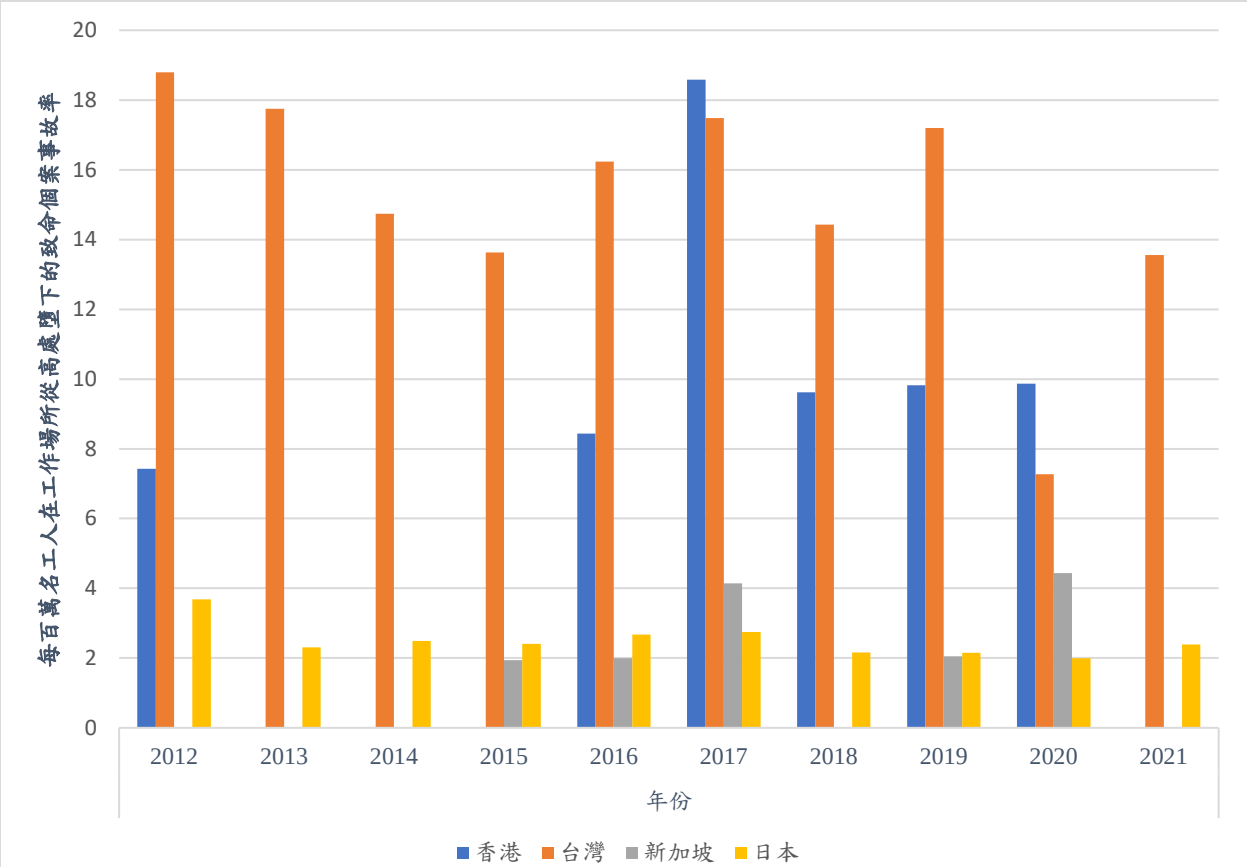


圖 3.34. 從 2012 至 2021 年香港製造業每 1,000,000 名工人在工作場所從高處墮下的致命個案事故率（香港勞工處，2022a；香港勞工處，2022b；香港政府統計處，2022）和其他人群 [台灣，2012-2021：（職業安全衛生署，2022）， 新加坡 2015-2020：（新加坡人力部，2022a；新加坡人力部，2022c），日本 2012-2021：（日本厚生勞動省，日期不詳）]。

在香港，建造業從高處墮下的致命個案事故率（每 1,000,000 名工人 31.9 宗）是製造業的 5.0 倍。香港排名第二，僅次於台灣，台灣在過去 10 年的平均事故率為每 1,000,000 名工人 466.6 宗，高得驚人。與新加坡（每 1,000,000 名工人 14.1 宗）和日本（每 1,000,000 名工人 26.3 宗）相比，香港建造業從高處墜下的致命個案事故率較高（圖 3.35）。

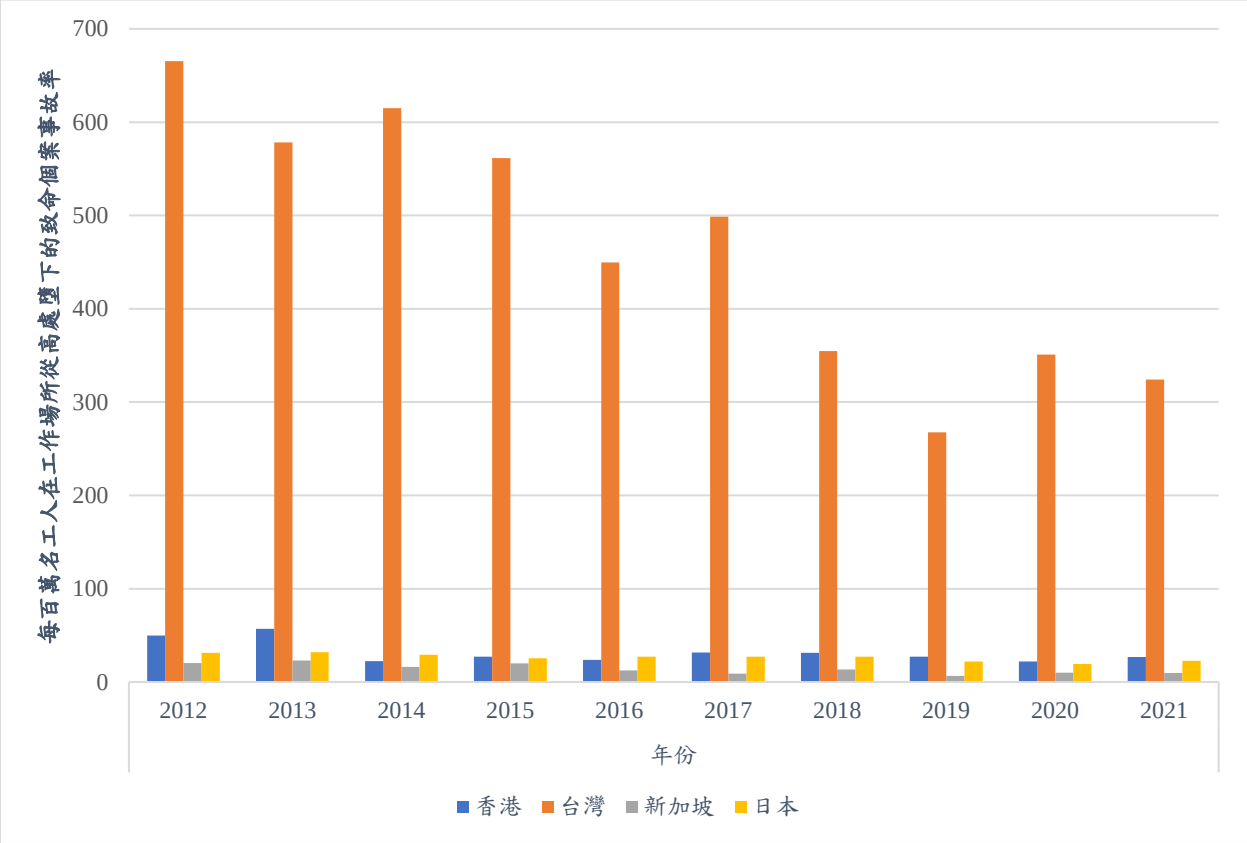


圖 3.35. 從 2012 至 2021 年香港建造業每 1,000,000 名工人在工作場所從高處墮下的致命個案事故率（香港勞工處，2022a；香港勞工處，2022b；香港政府統計處，2022）和其他人群 [台灣，2012-2021：（職業安全衛生署，2022），新加坡 2012-2021：（新加坡人力部，2022a；新加坡人力部，2022c），日本 2012-2021：（日本厚生勞動省，日期不詳）]。

4 文獻綜述：工作場所滑倒、絆倒和在同一高度跌倒的危險因素

4.1 引言

隨著香港和世界各地因滑倒、絆倒和跌倒 (STF) 造成的職業傷害甚至死亡事故不斷上升，找出常見的風險因素以設計最有效的干預措施去預防 STF 相關傷亡是非常重要。STF 是鞋子和足底表面之間的接觸面意外或不可預測變化的結果。傳統上，鞋子產生的低摩擦力 (Gao, Holmér, & Abeysekera, 2008; Grönqvist, 1995)和鞋子抓地力差 (Gao et al., 2008)被認為是主要的風險因素。此外，許多環境和人為因素被認為是導致 STF 的次要風險因素 (Gao et al., 2008)。然而，工作場所 STF 傷亡的原因很複雜，它們既涉及外在因素，也涉及內在因素 (Bentley & Haslam, 2001)，以及混合因素 (Grönqvist, 1995)。因此，風險因素可以被認為是環境、人為、工作相關以及管理因素多樣化相互作用的結果。

已經發表了大量研究來對 STF 傷亡的危險因素進行分類。本報告將在以下四個部分中系統地綜述這些風險因素：

1. 環境/外在因素
2. 人為/內在因素
3. 工作相關因素
4. 管理因素

然而，並非所有的文獻都專門關注工作場所 STF。當中一些探討了工作場所以外的一般跌倒風險因素。因此，這些結果可能僅作為參考，因為它們未必能反映工作場所的實際情況。

4.2 風險因素

4.2.1 環境/外在因素

人類與周圍環境有着緊密的互動。在現實生活中，環境的不可預測性會造成潛在的跌倒危險，從而影響我們保持穩定的姿勢。滑倒和絆倒的危險隨處可見，人體可以依靠自己的感官系統來檢測這些危險。不幸的是，由於分心或不可避免的原因（例如被外力推），會不時發生失去平衡的情況。當這種情況發生時，我們將需要執行快速和彈道式的平衡恢復反應來恢復我們的穩定性。然而，我們在工作場所使用的東西可能會干擾我們的行動能力和/或感覺系統，使我們更容易跌倒。以下部分總結了常見的環境或外在因素。

4.2.1.1 表面狀況

導致工作場所STF的最常報告的環境危害之一是表面狀況。許多研究已經研究了表面狀況如何改變 STF 的風險。路面不平整或損壞以及路面存在障礙物已被列為導致 STF 的主要環境因素 (Bentley & Haslam, 2001; Bentley, 1998; Fothergill, O'Driscoll, & Hashemi, 1995; Gauchard, Chau, Mur, & Perrin, 2001)。在郵遞員跌倒風險因素進行的研究中，86% 的受訪者同意，步行路面維修不當和道路狀況不佳是導致工作期間跌倒風險增加的主要原因（Bentley, 1998），情況跟 Gauchard et al. (2001)的文獻回顧相似。在一項關於公共場所跌倒的調查中，超過一半的跌倒記錄中發生在損壞的人行道表面 (Fothergill et al., 1995)。此外，還確定了人行道表面尺寸大小 (Leamon & Murphy, 1995)、人行道表面的光滑度 (Leclercq, 1997)和人行道表面不規則性 (Fothergill et al., 1995)等因素作為促成 STF 的風險因素。Bentley et al.(2006)調查了新西蘭建築工人的 STF，他們的發現在很大程度上與其他研究相符。具體而言，發現腳下路面不平整或阻塞，以及工作區域的內部清潔不足，是導致 STF 的關鍵因素。一些觀察和訪談針對不良工作場所整理的影響，它們發現地面的條件、倉庫、清除廢物等是工作場所常見的跌倒隱患。這些情況可能會限制工人的通行，從而增加 STF 的風險。

Hsiao & Simeonov 在 2001 年對屋頂工人跌倒的文獻回顧研究詳細說明了導致跌倒風險增加的表面狀況（Hsiao & Simeonov, 2001）。首先，在狹窄的支架上和建築物的邊緣站立或行走會降低人對平衡的控制，並阻礙其應急反應能力。其次，站在傾斜表面上會增加滑倒和跌倒事故的風險，因為當工人在傾斜表面上進行操作時，鞋子和表界面處的剪切力會增加，從而增加機械擾動的風險（Harper, Warlow, & Clarke, 1967）。第三，表面的摩擦特性因屋頂材料而異，再加上表面的平整度、堅固性和穩定性的可變性，可能會影響工人對平衡的緊急反應控制。同樣，地板覆蓋物也被確定為導致 STF 的一個因素。滲透性的組成部分 (Leclercq, 1997)，地面上污染物的存在 (Bentley et al., 2006)，例如濕表面、樹葉、雪和冰 (Bentley, 1998)，覆蓋物的形式，例如液體、固體和粉末，以及粘度和厚度等表面特徵（Leclercq，1997）可以確定 STF 的風險。另一份研究強調地板特性的變化會導致姿勢擾動，從而增加跌倒的風險（Gauchard et al., 2001）。

Bentley 及 Haslam (2001a)通過問卷收集郵遞投遞員的答覆，還發現某些腳底濕滑狀況是導致跌倒風險增加的主要因素（Bentley & Haslam, 2001a）。該研究的受訪者表示，在濕滑的條件下，走下陡峭的山坡、傾斜的車道和台階特別危險。此外，該研究報告的 STF 事故中超過 50% 涉及腳滑引發的事件。Courtney、Sorock、Manning、Collins 和 Holbein-Jenny (2001)聲稱，滑倒引發的跌倒是同一層最常見的 STF（Courtney, Sorock, Manning, Collins, & Holbein-Jenny, 2001）。當在鞋底界面維持行走所需的摩擦係數超過可用摩擦係數時，就會發生滑動（Hanson, Redfern, & Mazumdar, 1999）。然而，未來的研究需要確定在不同情況下完成各種任務所需的摩擦係數，即在工作場所在各種地板表面上行走/轉彎/跑步（Chang, Leclercq, Lockhart, & Haslam, 2016）。

4.2.1.2 天氣

天氣與室外表面條件部分相關，潮濕的表面、樹葉、雪和冰在以前的研究中已被報告為跌倒的危險因素（Bentley，1998）。因此，惡劣的天氣條件是導致戶外工人發生 STF

的主要風險因素之一（Bentley & Haslam，2001a；Bentley et al, 2006）。具體而言，Bentley & Haslam 報告說，在地面上，最常見的腳下危險涉及滑倒事故是冰(46%)、濕/草(24%)和雪(17%)；因此，英國冬季的跌倒次數較多也就不足為奇了（Bentley & Haslam, 2001a）。此外，Bentley 等人調查了新西蘭建築工人的跌倒情況，結果表明惡劣天氣，例如下雨對於在地面工作的人，以及刮強風對在高處室外工作的人來說是導致工作場所 STF 的關鍵因素（Bentley et al., 2006）。

4.2.1.3 視力受損

由於視覺輸入在平衡控制、躲避障礙以及腳的放置和扶手識別方面起著重要作用，因此降低視力的因素會對我們的姿勢穩定性以及我們在擾動後恢復平衡控制的能力產生不利影響（Paulus, Straube, & Brandt, 1984）。

4.2.1.3.1 燈光

在一項關於郵遞員的研究中，Bentley 及 Haslam 發現 35% 的受訪者列出了照明不足或缺少照明的情況，例如初冬早晨自然光照條件差，而此時郵遞工作人員在一天開始時最忙碌，作為 STF 的主要風險因素（Bentley & Haslam, 2001a）。照明不足也被證明是導致公共區域跌倒的一個關鍵因素（Fothergill et al., 1995）。Bentley 等人報告說，研究中記錄的 STF 事故中有 2%是由光照/天氣條件不足引起的。在照明不足的情況下，工人在行走時可能無法識別障礙物、不平整的路面或不安全的環境，從而增加 STF 的風險（Bentley et al., 2005）。

4.2.1.3.2 視野

擁有暢通無阻的視野對於步態調製至關重要；因此，視力受損會導致步態障礙和失去平衡（Chang et al., 2016）。Bentley 等人表明受損的視覺線索與較高的 STF 風險相關。同

時進行視覺任務 (45%) 和攜帶遮擋腳下危險視線的東西 (13%) 是導致工人無法發現腳下危險的主要原因（Bentley et al., 2005）。 Joh, Adolph, Campbell, & Eppler（2006 年）還聲稱，良好的視覺提示對於防止在低摩擦表面上滑倒相關的傷害至關重要，因為工作場所滑倒很常見並且會導致嚴重後果（Joh, Adolph, Campbell, & Eppler, 2006 年）。人們傾向於使用光照或光反射作為判斷地面滑度的指標 (Joh et al., 2006; Lesch, Chang, & Chang, 2008) ，隨後根據光照選擇不太滑的行走路線 (Joh et al., 2006) 。根據 Lesch 等人(2008)的說法，光滑性、反射性、質地、牽引力、光/暗與摩擦係數之間存在顯著相關性。具體來說，反射率等級與感知的滑爽度相關性最強，而質地等級與摩擦係數相關性最強。預測地面狀況可以幫助步行者調整他們的步態，並降低他們滑倒的風險。然而，僅通過光澤來判斷地板的滑度並不完全可靠，因為測試表面的顏色、觀察距離和照明條件是影響光澤和防滑等級的其他重要因素，而不是實際的摩擦係數（Joh et al., 2006）。

有用視野 (UFOV) 是可以自己從短暫的一瞥或注視中提取有用信息的視覺區域 (Ball, Beard, Roenker, Miller, & Griggs, 1988) 。根據 Reed-Jones, Reed-Jones, & Hollands 的說法，UFOV 性能在步行或步行條件下與坐姿和站立條件下相比最低，因為人在移動時必須處理更複雜的視覺流（Reed-Jones, Reed-Jones, & Hollands., 2014）。雖然站立和坐著的 UFOV 性能之間沒有發現顯著差異，但 UFOV 分散注意力性能會受到姿勢需求的顯著影響。UFOV 性能下降已被證明是跌倒風險增加的預測指標（Vance et al., 2006 ）。

4.2.1.4 設備

個人防護裝備，包括鞋類和眼鏡，可能會對個人與周圍環境的感官接觸產生不利影響。此外，一些防護設備可能會干擾自然運動，進而影響工人的平衡控制能力（Hsiao & Simeonov, 2001）。例如， Punakallio, Lusa, & Luukkonen 表明，當消防員穿著消防裝備時，姿勢和功能平衡會顯著減弱。除了厚實的防護裝備外，鞋類和眼鏡通常被認為是會增加在工作場所跌倒風險的裝備（Punakallio, Lusa, & Luukkonen, 2003）。

4.2.1.4.1 鞋類

當人類行走並同時保持動態穩定性時，腳通常是與地面和外部環境直接接觸的唯一身體部位 (Chiou, Bhattacharya, & Succop, 1996) 。鞋類作為腳和支撐表面之間的感官界面存在（Hsiao & Simeonov, 2001）；因此，鞋類在滑倒事故中具有關鍵的生物力學作用，因為它可以改變步態姿勢和動態穩定性（Chiou et al., 1996 ）。除了地面條件和特性外，鞋子的防滑性還受到許多不同變量的影響，包括鞋底的性質、形狀、剛度和鞋底花紋的重要性，以及接近地面的磨損狀態（Chiou et al., 1996; Fothergill et al, 1995; Tisserand; 1985 ; Wilson & Perkins,1985 ）。

鞋底顯著影響鞋類的摩擦性能（Grönqvist, 1995） 。此外，感知表面真實光滑度的能力也可以改變（Chiou et al., 1996）。如果設計不當，鞋底的特性會破壞慣常的平衡控制能力並降低姿勢穩定性。厚底和軟底的鞋子會降低腳的位置意識，從而增加 STF 的風險。另一方面，薄而硬的鞋底有助於提高行走穩定性（Robbins, Waked, Allard, McClaran, & Krouglicof, 1997; Robbins, Waked, Gouw, & McClaran, 1994; Waked, Robbins, & McClaran, 1997）。此外，鞋底花紋深度、寬度以及方向已被證明會顯著影響便攜式滑移儀測量的可用摩擦係數 (ACOF)（Li & Chen, 2005; Li, Wu, & Lin, 2006）。同一個研究還表明，在潮濕環境下，凹槽垂直於摩擦方向而不是平行的鞋墊可以產生更大的 ACOF。

4.2.1.4.2 眼鏡

儘管眼鏡對於許多人提高視力以防止跌倒至關重要，但其他眼鏡也可以充當視覺系統的感官界面。據報導，雙焦鏡片可能導致深度感知錯誤，尤其是在走下樓梯或斜坡時（Black, Maki, & Fernie, 1993）。此外，防護眼鏡或提供頭部或面部保護的替代設備可能會限制視野，因此會降低姿勢穩定性（Hsiao & Simeonov, 2001）。除了干擾視覺輸入外，姿勢穩定性還會受到進一步影響，因為額外的頭部重量會影響頭部和頸部的自然運動。這

種不利影響在進行感官挑戰任務時最為突出（例如在梯子、架腳手架和升高的表面），這些任務類似於建築工人的工作職責（Wade, Weimar, & Davis, 2004 ）。

作為防護設備的一部分，在某些工作場所僱員戴口罩或眼罩工作是很常見的事；例如，消防員佩戴面罩作為自給式呼吸器的一部分（Kong, Suyama, & Hostler, 2013），建築工人在有眼睛受傷的風險時佩戴眼罩，例如在破碎混凝土時。儘管防護眼鏡可以降低眼睛受傷的風險，但由於視覺清晰度和視野的降低，來自視覺系統的感覺輸入將會惡化（Wade et al., 2004）。 因此，平衡控制會因為視覺系統的感覺輸入受損而減弱（Kong et al., 2013）。同樣地， Seliga 等人(1991)表示，在工作量較大的情況下，佩戴全面罩呼吸器會損害姿勢搖擺的表現。穿著熱防護服和自給式呼吸器會顯著影響功能平衡控制， Punakallio 等人發現當消防員佩戴防護面罩時，功能平衡會進一步減弱（Punakallio et al., 2003）。除了對工人保持姿勢穩定的能力產生不利影響外，研究發現這些防護設備還可以改變他們在受到干擾時回復姿勢控制的能力（Wade et al., 2004），這亦增加了因配戴防護眼鏡和面罩而導致跌倒的風險。

4.2.2 人為/內在因素

除了環境和外在因素外，一些個人的內在屬性也是工作場所 STF 的有力預測因素。擁有良好的平衡控制，通常被描述為姿勢穩定性或靜態/動態平衡，對於防止工作場所發生 STF 至關重要。為了便於一個人保持直立姿勢，將身體質心（CoM）保持或返回到支撐底面積（BoS）之上的能力是預防跌倒的關鍵（Horak, 1987）。不論在靜態或動態情況下，重量轉移一直都在發生。例如，當人走路時，當腳後跟接觸地板時，人的體重從後腳轉移到前腳。對台階放置的相關調節可以通過控制 CoM 相對於 BoS 的位置來幫助維持動態平衡（Kuo & Donelan, 2010; Verrel, Lövdén, & Lindenberger, 2010）。一般來說，平衡能力差的人更容易摔倒（Punakallio, Hirvonen, & Grönqvist, 2005）。Kong 等人表明，更大的

滑動距離可能導致跌倒，這與在動態平衡測試中表現不佳的消防員有關，無論年齡大小（Kong et al., 2013）。

根據 Manchester, Woollacott, Zederbauer-Hylton, & Marin 的說法，感覺輸入，包括視覺、體感和前庭系統，通過將多感覺輸入整合到中樞神經系統中，有助於平衡控制（Mancheste, Woollacott, Zederbauer-Hylton, & Marin, 1989）。眾所周知，前庭功能障礙會導致成人突然跌倒 (Brandt & Dieterich, 1993) 。同樣，任何感官輸入的中斷都會對姿勢能力產生不利影響。除了感官輸入，平衡控制還可能受到許多其他因素的影響，例如衰老、功能健康、肌肉力量、疲勞、負荷承載、表面狀況等。在以下部分中，我們將回顧一些最常見的內在風險因素。

4.2.2.1 年齡

許多關於工作場所跌倒的研究通常認為年齡是工作場所跌倒的一個重要風險因素（Agnew & Suruda, 1993; Buck & Coleman, 1985; Chang et al., 2016; Kemmlert & Lundholm, 1998; Laflamme & Menckel, 1995; Lord & Clark, 1996; Punakallio et al., 2005; Yeoh、Lockhart & Wu, 2013; Zhang、Lockhart & Soangra, 2014）。 Buck & Coleman 對 16 至 60 歲的工人進行了研究，發現年齡較大的工人更有可能在地面上經歷 STF（Buck & Coleman, 1985）。此外， Laflamme & Menckel 發現年長的工人，尤其是女性，發生 STF 事故的風險高於年輕人（Laflamme & Menckel, 1995）。同樣， Kemmlert & Lundholm 表明，記錄的 STF 事故發生率在 45 歲或以上的人群中最高（Kemmlert & Lundholm, 1998）。除了更頻繁地跌倒外，跌倒的後果對年長的工人來說往往更嚴重，因為據報導 45 歲或以上的人跌倒致死的風險更高 (Agnew & Suruda, 1993) 。 Yeoh 等人的研究顯示了一個有趣的發現。除了發現 STF 的頻率與年齡相關外，與 20 至 44 歲的員工相比，年齡在 16 至 19 歲的最年輕員工的跌倒發生率更高（Yeoh et al., 2013 ），這可能是與他們缺乏經驗和冒險心態有關。

Chang 等人強調年齡是 STF 的重要預測因素，因為年長的工人往往步態不穩定、感覺敏感性下降以及快速扭矩開發能力下降（Chang et al., 2016）。根據 Punakallio 等人的研究，與年輕的消防員相比年長的消防員往往有更長的滑動距離，尤其是在以更高的速度行走時。此外，年輕的消防員在閉眼姿勢平衡方面比年長的受試者表現更好（Punakallio et al., 2003），這表明年長的消防員比年輕的同事更依賴視覺輸入來保持平衡。據一項針對加拿大消防員的大型定群研究報告，在 1,041 份事故報告中，40-44 歲的消防員在移動（包括步行、跑步、爬樓梯或梯子）時跌倒和滑倒的頻率高於年輕消防員（Cloutier & Champoux, 2000)。

此外，隨著年齡的增長，不可避免地會出現與年齡相關的平衡問題。許多與年齡相關的變化會影響年長員工的平衡並導致他們 STF 的風險增加；例如視覺表現下降（Sekuler, Bennett, & Mamelak, 2000）、肌肉力量下降（Lockhart, Smith, & Woldstad, 2005）以及平衡控制能力下降（Punakallio, 2003）。穩定性會受到年齡相關變化的不利影響，例如視力、對黑暗的適應、周邊視覺、對比敏感度和調節能力（Tinetti & Speechley, 1989）。有用視野 (UFOV) 縮小被發現會隨著衰老而發生（Sekuler et al., 2000）。 UFOV 性能降低，尤其是注意力分散的測試，與車輛碰撞風險、障礙物碰撞和跌倒傾向的增加密切相關。同樣，等長肌力通常在 20 歲中期達到頂峰，然後緩慢下降直到 50 歲，隨後加速下降（Astrand & Rodahl,1986）。因此，由於需要高肌肉力量來產生快速的彈道步進和抓握動作以預防跌倒，因此滑移擾動的反應性平衡控制可能會受到與年齡相關的變化的破壞（Lockhart et al., 2005）。此外，由於前庭系統和本體感覺功能下降、皮膚敏感性降低、神經傳導和信息處理延遲、肌肉強度降低、收縮時間變慢、運動範圍縮小以及關節僵硬度增加，跌倒的風險將越來越多地與衰老相關聯（Black et al., 1993; Tinetti & Speechley, 1989）。此外，還顯示在體力要求高的工作中平衡能力隨著年齡的增長而退化（Punakallio，2003）。Zhang 等人表明，由於耐力和健康狀況下降，疲勞可能會導致一群年長員工跌倒的風險增加（Zhang et al., 2014）。

另一方面，年齡和工作場所 STF 兩者之間的關係因在一些研究中的結果並不一致而受到質疑。 Lockhart, Smith, Woldstad, & Li 利用生物力學參數、肌肉力量和感官測量研究來自三個不同年齡組的 42 名受試者。在他們基於實驗室的研究中，年齡對參與者的滑倒頻率沒有顯著影響（可能是因為被測試的老年人相對健康），儘管年輕個體的恢復過程更快更有效（Lockhart, Smith, Woldstad, & Li, 2000）。此外，在特定的工作場所，年齡與工作場所 STF 的風險無關。例如，在英國的郵遞員（Bentley, 1998）以及美國和波蘭的消防員（Kong et al., 2013）中沒有發現年齡與 STF 事故發生率之間的顯著關聯。根據一項對美國約 1,200 名消防員進行的病例對照研究，發現年齡並不是火災現場三種類型外傷（包括跌倒）的重要風險因素（Helneman, Shy, & Checkoway, 1989）。同樣， Szubert & Sobala 的研究表明，在 1,503 名波蘭消防員中，因工受傷的頻率與年齡無關，儘管隨著受試者年齡的增加，受傷造成的時間損失增加了 20%，並且隨著年齡的增長消防員需要更長的時間才能從傷勢中恢復過來（Szubert & Sobala, 2002 ）。

Leclercq & Thouy（2004）以及 Leclercq, Thouy, & Rossignol（2007）的研究調查了辦公室的工作場所跌倒，發現在四家公司中的三家年長的員工實際上遇到的工作場所 STF 比年輕的要少。此外，Courtney 等人發現快餐店的滑倒發生率隨著年齡的增加而降低（Courtney et al., 2013）。有可能在某些部門，更高級的員工會擔任不同的角色，以最大程度地減少跌倒的風險。也有可能是在消防等行業，通過不斷的體能訓練，使得老員工的體能狀態與年輕員工相差無幾，由此可見老員工健身的重要性。

4.2.2.2 性別

與年齡一樣，性別也已被列為工作場所 STF 的風險因素，因為多項研究表明女性比男性更容易出現工作場所 STF。根據美國勞工統計局 2010 年的數據， Yeoh 等人表明，每一萬名女性工人中有 21.7 人因在同一高度跌倒而請假一天或更長時間，這一比例是男性工人的近兩倍（每萬名女性工人中有 12.1 人）（Yeoh et al., 2013)。同樣， Bentley 注意到，

女郵遞員的 STF 發生率為每一萬名郵遞員 12.8 人，比男郵遞員（每一萬名郵遞員 8.2 人）高出約 50%（Bentley, 1998）。此外，年長的工人，尤其是女性工人，更有可能經歷 STF (Laflamme & Menckel, 1995) 。年長的男性和女性都比同性別的年輕人更頻繁地發生 STF 事故（Kemmlert & Lundholm, 1998）；然而，發生在年長女性中的 STF 事故數量是年輕同事的兩倍（Kemmlert & Lundholm, 1998）。大多數記錄在案的女性 STF 事故發生在進行任務時，或者員工在任務之間轉移時。大約 87% 的事故記錄來自三個主要類別：(1) 地板上滑倒或踩空台階，(2) 冰雪，以及 (3) 地板上的材料、油、油脂或水。 Nenonen 也分析了歐洲事故的數據，發現女性工人遭遇滑倒、絆倒或跌倒的比例 比任何其他類型的工作場所事故都大（Nenonen, 2013）。

儘管如此，某些職場部門的性別差異仍不明確。 Courtney 及其同事在一項前瞻性的研究中發現在快餐店環境中滑倒率沒有性別差異（Courtney et al., 2013）。Chang 等人闡述了兩種性別所擔任的一般職位或角色在不同的工作場所可能有所不同；因此，可能會相應地影響他們所面臨的跌倒危險的類型和數量（Chang et al., 2016）。另一方面，與男性相比，女性工人可能不得不使用更高比例的能力或力量來完成一些體力要求較高的任務。例如，攜帶過多的郵件包裹是郵遞投遞中的常見任務之一，這可能會給女工帶來負擔，並進一步影響她們在 STF 發起事件中的平衡恢復能力 (Bentley, 1998) 。因此，這兩個原因可能可以解釋 STF 發生的至於年齡因素的性別差異。

4.2.2.3 身體功能和肌肉力量

肌肉力量是決定一個人保持平衡能力的因素之一。低肌肉力量通常與平衡控制下降有關，這是跌倒的基本風險因素（Tinetti & Speechley, 1989）。根據 Islam 等人的說法，肌肉力量、心肺耐力和柔韌性是一些有助於身體功能的體能組成部分 (Islam et al., 2004 ）。此外，功能健康決定了一個人完成日常體能任務的能力。由於所有人體運動都依賴於骨骼肌的收縮，因此肌肉力量是有助於平衡控制的重要因素(Islam et al., 2004 ）。例如，接受

過有氧和阻力訓練的消防員在功能平衡測試中比未接受體能訓練的消防員取得更好的成績（Kong, Suyama, Cham, & Hostler, 2012）。

較弱的下肢肌肉力量和功能健康會導致跌倒風險增加 (Cham & Redfern, 2001; Kulas, Zalewski, Hortobagyi, & DeVita, 2008; Lockhart et al., 2000; Pijnappels, Bobbert, & van Dieën, 2005; Tang, Woollacott, & Chong, 1998)。具體來說， Pijnappels 等人發現下肢肌力是預防跌倒的關鍵因素；因此，針對肌肉力量的訓練應該可以降低跌倒的風險（Pijnappels et al., 2005）。同樣， Kulas 等人表明軀幹的位置會影響腿部的肌肉力量，尤其是腘繩肌，這對於穩定軀幹和平衡恢復很重要（Kulas et al., 2008）。腿部和大腿肌肉的力量，以及下肢運動的協調性，已被證明是控制滑倒反應性平衡控制的關鍵因素（Tang et al., 1998）。此外，膝屈肌和髖屈肌在矯正平衡反應中承擔著重要責任（Cham & Redfern, 2001）。具體而言，在眾多與年齡相關的生理變化中，人們發現肌肉力量，如股四頭肌力量（Black et al., 1993; Lord & Clark, 1996; Lord, Ward, Williams, & Anstey, 1994; Tinetti & Speechley , 1989)和握力(Stalenhoef, Diederiks, Knottnerus, Kester, & Crebolder, 2002)在跌倒預防中發揮了重要作用。此外，在老年人中發現軀幹肌肉力量與功能平衡表現和跌倒之間存在微小但顯著的相關性(Granacher, Gollhofer, Hortobágyi, Kressig, & Muehlbauer, 2013)。相反， Punakallio 等人檢查了男性消防員的肌肉力量和耐力，發現與這一特殊人群跌倒和滑倒的風險與肌肉力量沒有明顯關係（Pijnappels et al., 2005）。可能由於樣本數量相對較少和受肌肉力量的評估方法所限制。

眾所周知，快速平衡恢復反應（即抓住外部物體或邁出一步）是跌倒預防時通常執行且是功能上重要的反應。在應對滑倒時，反應性恢復通常包括非常快速的屈肌協同作用、良好的手臂抬高動作和調整後的擺動肢體軌跡（Marigold & Patla, 2002）。此外， Redfern 等人表明手臂擺動和補償性地抓握/踩踏能夠使姿勢恢復平衡（Redfern et al., 2001）。然而，神經、感覺和/或肌肉骨骼系統中許多與年齡相關的退化會嚴重影響這些反應的速度、

準確性和有效性 (Maki & McIlroy, 1997, 1999, 2003) 。因此，上肢和下肢的功能表現下降也被證明是 STF 的一個重要風險因素。

鑑於跌倒往往發生得非常快，僅靠高的肌肉力量是不足以預防跌倒（Morris et al., 2007）。因此，肌肉力量大對於在平衡恢復反應中執行快速彈道式手臂和腿部運動至關重要。研究表明，反應時間越快（Black et al., 1993; Lord & Clark, 1996; Tinetti & Speechley, 1989; van den Bogert, Pavol, & Grabiner, 2002）和肌肉張力發展的速度越快（Pijnappels et al. , 2005)對於避免跌倒至關重要。但為什麼有些人的反應比其他人快？首先，具有良好的觸覺靈敏度 (Lord & Clark, 1996)和足部質量 (Stalenhoef et al., 2002)非常重要，可以感知一個人的重心在支撐基礎上的移動，以便及早發現姿勢障礙。其次，一個人必須具有高神經傳導速度（Black et al., 1993; Tinetti & Speechley, 1989）才能將傳入信號快速發送到中樞神經系統，並將傳出信號快速發送到肌肉，以預防跌倒發生。然而，關節僵硬和運動幅度較小的人跌倒的風險較高（Black et al., 1993; Tinetti & Speechley, 1989），因為他們經常遭受步態和平衡控制受損的困擾（Lord & Clark, 1996）。

4.2.2.4 身體質量指數 (BMI)

Chau 等人發現超重和肥胖（即 BMI 等於或超過 26）的建築工人比正常體重的建築工人更容易跌倒。同樣， Koepp, Snedden, & Levine 表明，肥胖與應用工程工作場所的 STF 損傷有關（Koepp, Snedden, & Levine, 2015）。由於步寬較寬，年輕肥胖成年人在步態評估中滑倒的風險更大（Wu、Lockhart, & Yeoh, 2012）。 Michaelides, Parpa, Henry, Thompson, & Brown 還表明，消防員在身體能力測試中表現不佳與較高的體重指數和體脂有關 （Michaelides, Parpa, Henry, Thompson, & Brown, 2011）。與工作場所不同，一項實驗研究發現，對於肥胖和體重正常的人來說，他們從外部施加的擾動中恢復的能力沒有差異（Miller, Matrangola, & Madigan, 2011）。超重或肥胖人士可能較容易感到疲勞，而許多研究表明疲勞是導致跌倒的重要因素（Goh & Love，2010）。

4.2.2.5 疲勞

大量研究表明，疲勞會損害平衡控制 (Johnston, Howard, Cawley, & Losse, 1998; Lepers, Bigard, Diard, Gouteyron, & Guezennec, 1997; Lundin, Feuerbach, & Grabiner, 1993; Nardone, Tarantola, Giordano, & Schieppati, 1997; Pendergrass, Moore, & Gerber, 2003; Seliga et al., 1991) ，因為它會導致較差的運動控制性能（Johnston et al., 1998）、姿勢穩定性喪失（Nardone et al., 1997) 和滑倒風險增加 (Zhang et al., 2014)。在短至 2 英里（Pendergrass et al., 2003）和長至 15.5 英里（Lepers et al., 1997）的跑步後，肌肉疲勞會導致姿勢擺動增加和平衡能力下降。此外，Seliga 等人表明，不同級別的工作負荷（輕、中或重）會促使神經系統產生本體感覺疲勞效應，導致他們在姿勢平衡搖擺測試中的表現較差（Seliga et al., 1991）。這種影響因年齡相關差異對肌肉力量的影響而加劇（Lockhart et al., 2005），因為年長的工人跌倒的風險高於年輕工人（Zhang et al., 2014）。

局部肌肉疲勞已被證明可能是導致滑倒跌倒的危險因素（Parijat & Lockhart, 2008）。研究表明，下肢肌肉的疲勞會影響各種運動學和動力學步態變量，導致步態表現紊亂 (Helbostad, Leirfall, Moe-Nilssen, & Sletvold, 2007; Zhang et al., 2014)，運動控制受損 (Johnston et al., 1998），滑倒導致跌倒的風險增加（Helbostad et al., 2007; Lockhart、Woldstad, & Smith, 2003；Parijat & Lockhart, 2008），以及受傷跌倒的風險增加（Zhang et al., 2014）。此外，由於膝伸肌疲勞，在從姿勢受干擾後恢復平衡的過程中會出現延遲反應 (Parijat & Lockhart, 2008) 。可能，平衡恢復反應的延遲至少部分與對輕度和最大疲勞的本體感受反應有關 (Gear, 2011) 。

然而，文獻中有一些相互矛盾的發現。Egan 等人 (2001)表示，當軍人穿著軍用化學防護裝備時，經過 18 分鐘的模擬野外活動後，姿勢平衡沒有顯著差異。一項調查 19 名消防員在高溫下配備消防設備並在跑步機行走 50 分鐘前後的步態特徵的研究顯示了類似的

發現(Kong, Beauchamp, Suyama, & Hostler, 2010)。結果發現，當受試者在加熱的房間裡穿著消防設備時，由於步態可變性增加，跌倒更有可能發生。然而，生理疲勞與其他時空步態特徵和對稱性之間沒有相關性。士兵和消防員的高體能水平可能有助於減輕疲勞對其步態和平衡控制的影響，這表明身體體能狀態在預防跌倒中很重要。

4.2.2.6 經驗

工作經驗已經表明與工傷有關。受僱不到一年以及兩至五年的波蘭消防員是更容易在工作中受傷的群體。雖然跌倒相關傷害與較少工作經驗之間的關係尚未確定，但滑倒、絆倒、失去平衡或跌倒已被列為是工作場所事故的主要原因（Szubert & Sobala，2002 年）。Chi, Chang, & Ting 還發現，在 1994-1997 年台灣發生致命跌倒事故的建築工人中，幾乎 80% 的工作時間不到 1 年（Chi, Chang, & Ting, 2005）。新進場建築工人的高跌倒率可歸因於他們缺乏經驗（Hu et al., 2011），以及他們缺乏對建築設置的知識和意識（Lingard & Holmes, 2001）。

隨著工作經驗的增加，工人獲得如何安全處理或避免工作場所危害的知識。 Swensen, Purswell, Schlegel, & Stanevich 的研究比較了 33 名有經驗的鋼鐵工人和 23 名沒有經驗的大學生的滑倒發生率（Swensen, Purswell, Schlegel, & Stanevich, 1992）。經驗可以幫助工人熟悉工作環境；因此，他們更有可能意識到潛在的滑倒風險。此外，有經驗的工人可以更好地感知腳下表面的光滑度，從而對步態模式進行相應的修改以補償光滑地板的影響(Myung, Smith, & Leamon, 1993)。

除了工作經驗，許多研究還發現工作場所事故與傷害風險認知之間存在正相關關係(Kirschenbaum, Oigenblick, & Goldberg, 2000; Oliver, Cheyne, Tomas, & Cox, 2002; Rundmo, 1992)。有過受傷史的工人會對危險的情況更加警覺，從而提升他們的傷害風險認知（Harrell, 1990）。然而， Tsukada & Sakakibara 研究了 436 名製造業工人，發現過去 12

個月內的跌倒記錄是未來跌倒的有力預測指標（Tsukada & Sakakibara, 2016）。跌倒的人可能一開始就存在平衡控制受損或不安全的工作行為，如果不加以處理，將來肯定會導致更多跌倒。

還有一些其他有趣的結果似乎與之前的發現相矛盾。 2000 年至 2004 年間，在香港的維修、保養、改造和加建行業，工作六至十年的工人從高處墮下致死的概率更高（Chan et al., 2008）。儘管如此， Huang & Hinzede 的報告說，這些跌倒事件通常涉及從低於 9.15 米的高度跌倒，並且主要發生在建設成本較低的新建項目中（Huang & Hinze, 2003）。因此，這些跌倒相關事故的主要原因可歸因於人為對不安全條件的判斷錯誤，而不僅僅是工人的經驗。

4.2.2.7 安全意識/行為

建築工人從高處墮下往往是致命事故。一些研究表明，不安全的行為，例如一些粗心、愚蠢、誤判、過度自信或不良的工作行為，以及缺乏知識是導致建築工人因跌倒而死亡或永久殘疾的原因（Lingard & Holmes, 2001）; Nadhim, Hon, Xia, Stewart, & Fang，2016）。同樣，那些沒有接受足夠關於跌倒方面訓練（Huang & Hinze, 2003; Lipscomb et al., 2003），缺乏相關技能、安全實踐和態度（Hu, Rahmandad, Smith-Jackson, & Winchester, 2011）或能力、溝通技巧和寬容度差 (Nadhim et al., 2016) 會更頻繁地經歷工作場所 STF。因此，重要的是為員工提供足夠的安全培訓，並有一個風險評估/管理團隊來減少員工潛在的跌倒危險。

4.2.2.8 健康狀況、藥物和其他物質

各種疾病以及使用藥物或其他物質（例如毒品和酒精）也會使個人更容易發生 STF 的危害。根據 Tinetti & Speechley 的說法，帕金森病、糖尿病和中風等慢性疾病都會削弱

感覺、認知、神經或肌肉骨骼功能（Tinetti & Speechley, 1989）。這些病症會引起生理或神經變化，從而破壞平衡控制並增加跌倒的風險。此外，急性疾病（例如肺炎）和一些藥物（例如抗精神病藥、苯二氮卓類藥物、鎮靜劑、抗抑鬱藥和抗高血壓藥）會對個體保持平衡的能力產生不良影響（Gauchard et al., 2001; Tinetti & Speechley, 1989）。除了藥物治療外，攝取酒精還會導致前庭代償反應延遲以及平衡控制退化 (Woollacott, 1983)。因此，酗酒屬於跌倒的危險因素也就不足為奇了 (Kubo et al., 1989; Ledin & Ödkvist, 1991; Waller, 1978)。儘管工作場所的員工不太可能在工作時間內受到消遣性藥物或酒精的影響，但隨著工作人口的老齡化，員工很可能正在服用藥物或患有其他健康狀況，這會對他們的健康產生不利從而影響姿勢控制。

4.2.3 工作相關因素

4.2.3.1 工作節奏

在一般的工作場所設置下，為了更快地完成任務以提高生產力，通常需要比正常更快的步行速度（Chang et al., 2016）。隨著步行速度的增加，動態平衡穩定性會降低 (Dingwell, Cusumano, Cavanagh, & Sternad, 2001)。此外，摩擦需求和滑倒風險也會隨著步行節奏的增加而增加 (Chang, Matz, & Chang, 2012)。另一份研究還表明，更快的步行速度需要更快的神經肌肉反應，因為任何錯誤或干擾都會在跌倒時產生更大的衝力，從而使我們的感覺和運動系統面臨更大的挑戰（Chang et al., 2016）。因此，同一高度的 STF 更有可能發生在工作節奏較快的工作場所。

4.2.3.2 任務相關的干擾

Bentley 及 Haslam 報告說，參與他們研究的英國郵遞投遞員聲稱，在閱讀地址和分類郵件時站著不動會增加時間成本 (Bentley & Haslam, 2001a)。在閱讀和分類郵件的同時移動到下一個投遞站是他們的慣例，該研究的焦點小組中的人都聲稱在上述情況下是最常發

生滑倒、絆倒和撞擊事故。高達40%的郵遞員在邊走邊看、分類郵件時發生了跌倒事故。幾乎所有受試者都同意，這些行為會分散他們對不安全環境的注意力，然後會誘發跌倒事件。

在另一項研究中，Saari 解釋說，分心會增加需要在意想不到和不穩定的環境中完成工作任務的工人發生事故的風險（Saari, 1984）。處理額外信息的需要對一個人的注意力提出了額外的要求，他們將有更少的認知資源來處理感官信息和控制他們的身體以保持動態穩定性。此外，雙重任務活動會引起掙扎，從而造成不正確的運動反應和失去平衡(Rankin, Woollacott, Shumway-Cook, & Brown, 2000)。Rankin 等人也證明了執行次要任務時肌肉動作下降的現象。研究結果表明，當同時進行雙重任務活動時，注意力處理能力無法控制平衡（Rankin et al., 2000）。如果要求受試者優先考慮次要認知任務，這種現象會進一步加劇，這在工作場所通常是必需的（Rankin et al., 2000 ）。

4.2.3.3 任務的緊迫性

英國的郵遞投遞人員通常會盡快完成工作，因為他們完成任務後無需返回辦公室(Bentley & Haslam, 2001a) 。 因此，他們通過慢跑、跳躍或走不安全的捷徑來實現匆忙的送貨模式，以減少時間成本。據報導，在事故涉及組中，有33%的警官在事故發生時正在濕滑的地板上奔跑。這種緊迫感可能會導致步行速度加快，並對認知系統提出額外要求（Chang et al., 2016 ），並迫使員工在頭腦思考時走動（即雙重任務）。

4.2.3.4 移位長度

如前所述，疲勞是 STF 的個人風險因素之一，但也可以在工作相關部分進行討論。Sobeih, Davis, Succop, Jetter, & Bhattacharya 回顧了消防員 12 小時和 24 小時輪班後對平衡的影響。兩種工作時間後的姿勢擺動均未發現顯著差異（Sobeih, Davis, Succop, Jetter, &

Bhattacharya, 2006）。Courtney 等人也表示工作時間和滑倒風險之間呈負相關（Courtney et al., 2010）。每週工作時間較少的員工可能會增加滑倒的風險。這種結果的原因可能是由於不熟悉工作環境以及工作班次較短造成的。較長的輪班時間也可能與他們在工作時間內更多的久坐不動的工作行為有關；因此，當這些工人移動較少時，他們面臨的跌倒危險就會減少。必須進行更多研究以了解輪班時間長度與跌倒風險之間的關係。

4.2.3.5 載重

擺臂可以穩定步態，因為擺臂行走可以改善身體角動量的調節並降低質心的橫向位移 (Ortega, Fehlman, & Farley, 2008)。當工人負重並且不能自然擺動手臂時，步態穩定性會受到干擾。降低局部動態穩定性已被證明與承載有關 (Davis, 1983; Liu & Lockhart, 2013)。研究表明，女性在負重時不如男性穩定，當負重較重和/或在腰部或腰部以上進行時，穩定性會降低 (Davis, 1983)。

研究發現，負重可能會增加滑倒風險 (Liu, Lockhart, & Kim, 2014)，因為當工人負重低至體重的 10% 時，腳後跟接觸速度和步長會受到影響。相反，還發現低載重和步態機制改變與滑倒傾向無關（Liu et al., 2014），可能是因為鞋底界面的摩擦力會隨著額外負載的增加而增加 (Kim & Lockhart，2008)。但需要注意的是，負重往往會阻礙腳前區域的視野。因此，在面前搬運重物的人將不太可能注意到他們正前方地板上的滑倒/絆倒危險。

4.2.4 管理因素

管理人員的作用對於工人避免 STF 危害至關重要，尤其是當他們必須在戶外工作且不安全的環境因素不容易預期或控制時（Bentley, 2009）。因此，與環境因素、人為因素、工作相關因素和管理影響（例如項目管理、安全指南和培訓）被認為是導致工作場所 STF 的四個主要因素。

4.2.4.1 項目管理

4.2.4.1.1 項目時間表、輪班工作和任務的緊迫性

相關研究證實，在組織中不同的管理方式與跌倒事故有關 (Nadhim et al., 2016)。跌倒是愛爾蘭建築行業發生的最普遍的工作場所事故類型，其中大部分是由不安全的操作引起的 (O'Reilly, Olomolaiye, Tyler, & Orr, 1994) 。由於各種項目管理決策通常會促使不安全的工作做法，例如由於節省時間和成本削減策略而導致的緊迫工期或緊急任務，這會給工人帶來壓力。為了避免延期，按時完成項目的壓力是導致建築工作場所安全標準受損的主要因素 (O'Reilly, Olomolaiye, Tyler, & Orr, 1994) 。此外， Bentley 的研究報告稱，郵遞員工一致認為，為確保利潤，管理團隊經常優先考慮績效而不是安全（Bentley, 1998）。由於郵遞工作人員必須在目標時間內完成任務；因此，只要達到目標（例如一次攜帶超重和過多的包裹），安全和管理人員通常會接受他們的工人冒險並忽視他們的安全準則。

此外，各種管理決策和工作文化可能會影響工人的危險感知和認知，從而導致工作場所 STF 風險增加（Bentley, 2009）。例如，長時間的工作、輪班安排不當、生產壓力和替換安排會加劇工人在不安全工作間的疲勞、工作壓力和警覺性問題（Bentley et al., 2006）。不良的內務管理行為也會影響工作場所 STF 的內在和外在風險因素。因此，為了有效降低員工對工作場所 STF 風險的脆弱性，安全管理活動，例如提供旨在提高安全意識的安全培訓 (Bentley & Haslam, 2001a)、進行適當的內務管理 (Kemmlert & Lundholm, 2001) 、事故檢查 (Bentley & Haslam, 2001) 以及傷害控制程序和風險評估 (Bentley, 1998; Bentley & Haslam, 2001a)是必要的。

4.2.4.1.2 小公司

Nadhim 等人指出，不同的管理方式與跌倒事件的風險顯著相關 （Nadhim et al., 2016）。在許多國家，小型建築公司的受傷風險往往高於大型公司；與此同時，跌倒和絆倒是造成工傷的最普遍原因（Hon & Chan, 2013） 。此外，在較小企業工作的工人面臨更

大的跌倒風險，並導致更嚴重的跌倒事故 (Hon & Chan, 2013; Kines & Mikkelsen, 2003) 和死亡事故 (Chi et al., 2005)。公司規模較小導致跌倒風險增加的原因可能是，較小的公司負擔不起安全課程和負責安全的員工（Chi et al., 2005），也無法如大公司般有完善的安全管理和指引（Hon & Chan, 2013; Lipscomb et al., 2003）。根據 Lingard & Holmes 的說法，澳大利亞小型建築公司的職業安全實踐標準需要進行重大改進（Lingard & Holmes, 2001）。然而，由於工人數量和預算有限，小型公司的工作差異化將受到限制，而且與在大型公司工作的工人相比，時間規劃不足會使工人面臨更多的跌倒危險。

4.2.4.2 安全指引

Bentley 及 Haslam 列出了三項安全指南（即危害控制、惡劣天氣實踐和組織間的安全溝通），管理團隊如果想減少員工的工作場所 STF，就應該考慮這些指南（Bentley & Haslam, 2001a）。

4.2.4.2.1 危害控制

Bentley & Haslam 認為，大多數 STF 事故是可以避免的，例如清除工作場所人行道上不必要的障礙物和腳下的建築材料（Bentley & Haslam, 2001a）。根據 Bentley 和 Haslam（2001a）對管理安全實踐的調查，識別工作場所風險是管理團隊的一項任務。然而，他們發現郵遞員和他們的危害管理團隊未能在不安全的室外環境中有效地發現和消除潛在危害。結果，80% 的受訪者聲稱除了狗之外，他們的經理幾乎沒有對他們提出其他的戶外威脅。

4.2.4.2.2 惡劣天氣練習

Bentley 及 Haslam 進一步建議管理團隊應在惡劣天氣條件下實施特殊安全措施，以減少戶外工人的 STF 事故（Bentley & Haslam, 2001a）。例如，在不利的天氣條件下，郵遞

工作人員應該有額外的時間來進行每次投遞、替代運輸方式，甚至取消服務。此外，應安排專門的團隊簡報，提醒在惡劣天氣條件下安全的重要性。

4.2.4.2.3 安全溝通

在分析工作場所事故的起因和預防措施的研究中，安全溝通以及前線工人和管理團隊之間的有效聯繫被認為是重要的預防措施（Smith & Beringer, 1987）。關於工作安全的重複通知可以顯著降低工人的事故率亦已被證明（Bentley & Haslam, 2001a）。管理團隊不應依靠可以討論有限細節的團隊簡報，而應在安全會議上反覆推廣安全實踐和說明，並強調以安全為導向的心態的重要性，而不僅僅是生產力。

4.3 結論

導致工作場所 STF 傷亡的風險因素很複雜，因為事故可能是多種職業性因素綜合作用的結果 (Bentley & Haslam, 2001a) 。工作場所 STF 傷亡的主要風險因素總結為四大類：環境因素、人為因素、工作相關因素和管理因素。工作場所 STF 傷亡的發生確實是複雜的，涉及工作場所環境、工人的特質、工作相關特徵和管理風格之間的多種因素的交織（Bentley & Haslam, 2001a; Grönqvist, 1995） 。因此，用多學科的方法來解決這個問題是極其重要的。

5 文獻綜述：預防工作場所滑倒、絆倒和在同一高度跌倒的干預措施

5.1 引言

工作場所滑倒、絆倒和在同一高度跌倒 (STF) 的現狀和風險因素已在前面章節中說明。STF 是當地和全球最常見的工傷事故之一，為了應對這一嚴重的公共衛生問題，將審查以下論文各種形式的預防 STF 的干預措施。然而，旨在消除環境風險因素的干預措施，例如安裝扶手和穿着鞋履（Maki & McIlroy, 2006）將不是本章節的重點，而是 STF 的內在功能性風險因素（例如平衡能力和體能）的運動干預。訓練是一種有計劃、有組織和重複的體育活動，目的是增強或保持體能，此外，還包括整體健康（Kylasov & Gavrov, 2011）。運動種類繁多，運動計劃通常由一種或多種運動組成（Sherrington et al., 2019）。單一運動干預僅涉及一種主要的運動類別，而多種運動干預包括兩種或更多種主要類型的運動（Gillespie et al., 2012）。大量關於運動干預的研究表明，它可以有效降低居住在社區的老年人的跌倒風險 (Gillespie et al., 2012; Sherrington et al., 2019)。然而，值得注意的是，這些先前的跌倒預防研究主要集中在老年人群中。很少有研究通過在工作場所對年輕和/或中年成年人進行運動干預來調查 STF 事件的預防。然而，一些老年人研究的結果可能適用於工作人口，因為香港和大多數發達國家一樣正面臨工作人口老齡化的問題（香港政府統計處, 2019）。

運動干預將根據歐洲跌倒預防網絡 (ProFaNE) 分類法進行分類，該分類法將運動類型分為七大類：（1）步態、平衡和功能訓練；（2）阻力；（3）柔韌性；（4)立體運動；(5) 一般體能活動；(6)耐力；以及 (7)其他類型的運動。這些分類法可幫助患者進行更針對性的訓練 (Lamb, Hauer, & Becker, 2011)。但是，沒有研究表明柔韌性訓練或其他練習可有效減少跌倒。因此，分類法不會在是次報告中討論。

此外，關於基於擾動訓練在減少跌倒方面比傳統的平衡干預更有效存在爭論(Granacher, Muehlbaue, Zahner, Gollhofer, & Kressig, 2011)。一些研究透過應用更先進的技術，如滑倒模擬器和/或虛擬現實(VR)納入訓練其中，以促進動態學習作為跌倒預防方法的一部分 (Lockhart, 2010)。在安全的環境中利用滑倒模擬器和/或 VR 平台讓參與者熟悉滑倒體驗，研究發現參與者在訓練後減少滑倒的嚴重程度並改善了復康表現 (Liu, Lockhart, Parijat, McIntosh, & Chiu, 2015; Mirelman, Maidan, Shiratzky, & Hausdorff, 2020; Parijat, Lockhart, & Liu, 2014, 2015)。許多研究表明微擾的訓練在提高平衡恢復比傳統運動干預更有效（Granacher, Muehlbaue, et al., 2011）。然而，由於需要參與者有機會在擾動訓練中跌倒，這類訓練在工作場所既不實用也不安全，尤其是當訓練無法在良好控制的環境中進行時。在為工作人群設計採用這種方法的跌倒預防計劃時應慎重考慮。因此，本報告將不涵蓋擾動訓練。

從我們的文獻綜述中剔除柔韌性和擾動訓練後，我們注意到最近的許多研究表明，將(1)認知訓練與體育鍛鍊（即雙任務訓練）結合，或(2)多類型的體育訓練（即多體育項目訓練）可有效預防跌倒 (Goodwin et al., 2014; Sherrington et al., 2019)。因此，本文擬探討對預防跌倒的運動干預有：

1. 步態和功能平衡訓練
2. 阻力訓練
3. 三維（太極/舞蹈）運動
4. 一般體能活動
5. 耐力訓練
6. 雙任務訓練
7. 多類型運動

5.2 運動干預的總體主要發現

在過去十年，單一運動干預對降低老年人跌倒的證據不斷增加 (Gillespie et al., 2012; Tiedemann, Sherrington, Close, & Lord, 2011)。Sherrington 等人對 81 份隨機對照試驗研究(RCT)進行文獻回顧，當中涉及 19,684 名老年受試者，並將運動組與對照組（沒接受干預或接受不影響研究結果的干預）進行了比較。他們發現其中 59 項份研究(N=12,981)中，單一運動干預對於對照組可有效降低 23%的跌倒率（95%置信區間(CI)，17%至 29%）（率比(RaR)=0.77; 95% CI，0.71 至 0.83)。在回顧 63 項試驗後 (N=13,518)，研究團隊發現在經歷至少一次干預後跌倒的人中，運動比對照組可以更有效減少 15%（95% CI，11%至 19%）的跌倒風險（相對風險(RR)=0.85；95% CI, 0.8 至 0.89)。此外，與沒有運動干預的情況相比，運動可以將跌倒相關的骨折發生率減少 27%（95% CI，5%至 44%）。無論這些研究是專門針對跌倒風險高的受試者還是針對一般老年人口，這種有效性似乎都沒有受到影響。總而言之，運動干預可以減少跌倒 (Sherrington et al., 2019)。

在不同類型的運動干預中，擾動訓練被證明在增強平衡恢復方面比傳統運動訓練更有效 (Granacher, Muehlbaue, et al., 2011)。雖然運動計劃在預防跌倒的最佳要素尚不確定，但單獨的平衡運動 (Sherrington et al., 2017) 和多項目運動平衡計劃（如力量和平衡運動；Gillespie et al., 2012）已被證明在降低跌倒風險方面特別有效。根據最近的一項系統性文獻回顧研究（Sherrington et al., 2019），在 39 份隨機對照試驗(N= 7,920)中發現與對照組相比，平衡和功能性訓練具有顯著的臨床效果，可將跌倒發生率降低 24%（RaR=0.76；95% CI，0.70 至 0.81）。此外，在接受運動干預後，至少經歷過一次跌倒的跌倒者人數下降了 13%（RR=0.87；95% CI，0.82 至 0.91；37 項隨機對照試驗；N=8,288）。

在中等確定性的證據下（Sherrington et al., 2019），多項目運動干預有效地將跌倒率降低了 34%（RaR=0.66；95% CI，0.50 至 0.88；11 份隨機對照試驗；N=1,374），經歷過至少一次跌倒的人數減少了 22%（RR=0.78；95% CI，0.64 至 0.96；17 份隨機對照試驗；

N=1,623）。Gillespie 等人還驗證了多項目運動訓練的有效性，發現跌倒顯著降低了 29%（RaR=0.71；95% CI，0.63 至 0.82；16 份隨機對照試驗；N=3,622）和跌倒風險降低了 15%（RR=0.85；95% CI，0.76 至 0.96；22 份隨機對照試驗；N=5,333）（Gillespie et al., 2012）。同時，進行多項目的在家運動訓練降低了 32%的跌倒率（RaR=0.68；95% CI，0.58 至 0.80；7 份隨機對照試驗；N=951）和跌倒風險降低了 22%（RR=0.78；95% CI，0.64 至 0.94；6 個 RCT；N=714）。Donath 等人指出，無論是在家式還是團體式訓練，多項目運動訓練都能有效降低 15%的跌倒風險（Donath et al., 2015)。

太極拳已被證明可有效降低跌倒風險和跌倒發生率。練習太極拳後，跌倒的風險顯著降低了 29%（RR= 0.71；95% CI，0.57 至 0.87；6 份隨機對照試驗；N=1,925；Sherrington et al., 2019）。此外，跌倒率降低了 19%（RaR=0.81；95% CI，0.67 至 0.99；7 份隨機對照試驗；N= 2,655； Sherrington et al., 2019）至 28%（RaR=0.72；95% CI，0.52 至 1.00；5 份隨機對照試驗；N=1,563； Gillespie et al., 2012），跌倒人數減少 20%（RR=0.80；95% CI，0.70 至 0.91；8 份隨機對照試驗；N=2,677； Sherrington et al., 2019）。另一方面，由於支持證據有限，阻力訓練、舞蹈或步行訓練對跌倒相關的有效性仍然沒有定論。

除了運動干預的類型外，與對照組相比，團體訓練在降低跌倒率以及提高平衡和生活質量方面更有效，以及以小組為基礎的練習令參與者有更高的滿意度和依從性（Martin et al., 2013）。然而，儘管某些生活質素和身體機能指標的改善是顯著的，與物理治療師規定的在家訓練計劃相比，以小組為基礎的訓練在降低跌倒率方面並沒有額外的好處（Martin et al., 2013）。另一方面，Clemson, Mackenzie, Ballinger, Close, & Cumming 的研究指出，與其他訓練環境相比，以在家訓練成功地降低了跌倒率，這可能是由於依從性提高（Clemson, Mackenzie, Ballinger, Close, & Cumming, 2008）。正如預期的那樣，由醫療人員（例如物理治療師）進行的運動干預比由非醫療人員（例如體能教練）提供的運動干預具有更大的影響，儘管兩組都有效地降低了跌倒率（Sherrington et al., 2019）。

5.3 運動干預的類型

5.3.1 步態和功能平衡訓練

該類別包括三種不同的運動干預，包括步態、平衡和功能訓練。根據 ProFaNE 分類學的定義 (Lamb et al., 2011)， 步態訓練包括步行運動的調校（例如步行姿勢、步幅和節奏）、步速調整以及方向。平衡訓練涵蓋將重心從身體的一個部分轉移到另一部分的動態變化，或面對特定的平衡系統，例如前庭系統。平衡訓練活動種類繁多，不僅包括必要的基本運動模式，還包括針對不同情況下不同平衡模式的各種動態運動。Lamb 等人建議所有步態、平衡和功能性訓練應根據個人的平衡能力進行定制（Lamb et al., 2011）。此外，隨著參與者的能力提高，應使用漸進式原則來修改訓練計劃。步態、平衡和功能訓練的例子有不同的行走方向、轉身、彎曲、球類協調運動和反應活動、站在不穩定的表面上、直線行走和靜態/動態平衡訓練。

Sherrington 等人回顧了 39 份隨機對照試驗（N=7,920），這些隨機對照試驗評估了社區老年人使用步態、平衡和功能性訓練作為對跌倒預防的主要干預（Sherrington et al., 2019）。他們發現與對照組相比這種干預措施可有效降低 24%的跌倒率（RaR=0.76；95% CI，0.70 至 0.81），使經歷過至少一次跌倒的人數減少 13%（RR=0.87；95% CI，0.82 至 0.91）。除了 Sherrington 等人的研究， DiStefano, Clark, & Padua 回顧了 16 篇文章，以評估平衡訓練在增強健康老齡人口在平衡能力方面的有效性（DiStefano, Clark, & Padua，2009），文章發現平衡訓練對提高在穩定和不穩定表面上的靜態平衡能力以及動態平衡能力有效。這篇文獻回顧進一步表明，平衡訓練的類型不會影響平衡能力的訓練成效，因為進行的訓練通常包括下肢和軀幹擾動的動態練習、穩定性訓練、單腿站立在不穩定的平台上（例如傾斜板、擺動板和踝關節盤），或以平衡訓練為主要組成部分並結合的力量訓練、增強式訓練和敏捷訓練的多方面訓練。

無論平衡訓練的模式如何，在許多有效的研究中都應用了漸進式訓練原則，其中平衡運動干預從睜眼到閉眼、雙腿站立到單腿站立以及從穩定地面到不穩定的表面，例如站在硬海綿上 (DiStefano et al., 2009)。此外，還進行動態動作的漸進式訓練，例如，用非慣用腳踢彈力帶並移動身體以引起對重心的擾動。在 16 份經過審查的研究中，其中 14 份表明干預後平衡得到改善 (DiStefano et al., 2009)。剩下的兩篇文章未能表明靜態平衡的改善可能是因為受試者本身的平衡能力很好。當平衡測量任務太容易時，可能會產生高限效應；因此，很難發現干預前後的差異（Holm et al., 2004; Kovacs, Birmingham, Forwell, & Litchfield, 2004）。

在一項規模相對較大的 RCT 研究中，Cornillon 等人評估了一項為期 10 週的平衡訓練計劃，研究測試了在 303 名平均年齡 71 歲的社區老年人。運動干預包括步態、平衡、協調和感覺訓練，並輔以一些肌力訓練（Cornillon et al., 2002）。兩組跌倒率無顯著差異，比率為 0.82（95% CI，0.58 至 1.17）。然而，運動干預組在訓練後閉眼單腿站立平衡的測試表現明顯更好($p<0.001$)。此外，在一年後的隨訪評估中，跌倒的發生率數字低於對照組，但是沒有顯著的統計學差異（$p=0.32$）。

Gawler 等人進行了另一項大規模功能平衡干預研究，有 1,256 名社區居住的老年人參與了這項研究（Gawler et al., 2016）。他們進行了一項為期 24 週的團體訓練計劃（跌倒管理練習，FaME）和一項為期 24 週的在家訓練計劃（Otago 運動計劃，OEP）相對於對照組（常規護理，UC）在中度至劇烈體能力活動 (MVPA) 、預防跌倒和跌倒相關傷害方面的成效。FaME 小組被要求參加每週一次 60 分鐘由教練指導的訓練，以及每週兩次 30 分鐘在家訓練。FaME 結合了防跌倒策略的各個部分，旨在提高平衡力、身體功能性、骨骼和肌肉力量以及平衡自信（Skelton & Dinan, 1999）。具體來說，它包括動態姿勢訓練、協調和步態訓練，以及加強特定的肌肉群。通過這些平衡訓練，FaME 專注於逐步增強參與者的整體健康狀況（例如四肢力量、姿勢調整、步態技術、通過漸進式阻力和柔韌性訓練的身體功能、動態平衡、感官輸入、多感官技能等）。另一方面，OEP 組被要求每週進

行三次 30 分鐘的在家訓練。OEP 是一項訓練計劃，主要包括重溫平衡訓練（即雙腳前後站；慢速行走；腳尖貼腳跟行走；向後、側身和轉身行走；跨過一個物體；彎曲並撿起一個物體；在家中爬樓梯；從坐姿起身到站立姿勢；膝下蹲；和主動關節活動範圍練習，例如頸部旋轉和髖部或膝部伸展），以及肌肉強化練習（包括髖部伸肌/外展肌、膝蓋屈肌/伸肌、股四頭肌內側、踝蹠肌和背屈肌），以及作為輔助干預的步行計劃（Campbell et al., 1997）。

一般來說，FaME 在減少老年人跌倒方面比 OEP 更有效，因為 FaME 參與者的跌倒率明顯低於對照組（IRR=0.74；95% CI，0.55 至 0.99；P=0.042）。在訓練後（IRR=0.55；95% CI，0.31 至 0.96；P=0.04）和完成訓練 12 個月後（IRR=0.73；95% CI，0.54 至 0.99；P=0.05），FaME 組的跌倒傷害也顯著低於對照組，但 FaME 的影響在干預後的 24 個月並未持續。相比沒有維持世界衛生組織最低體能活動建議的 FaME 參與者，每周保持 150 分鐘體能活動的 FaME 受試者在干預後及 2 年後跌倒傷害下降得更少（IRR=0.49；95% CI，0.30 至 0.79；P=0.004）。另一方面，相對於對照組，OEP 的跌倒率僅出現中度且不顯著的下降（IRR=0.76；95% CI，0.53 至 1.09；P=0.14）。相反，Robertson, Campbell, Gardner, & Devlin 表明，OEP 可有效減少 80 歲以上人群的跌倒次數（IRR=0.65；95% CI，0.57 至 0.75）和跌倒傷害（IRR=0.65；95% CI， 0.53 至 0.81）（Robertson, Campbell, Gardner, & Devlin, 2002）。這種差異可以歸因於 OEP 是為更虛弱的老年人設計的。

沒有平衡障礙的年輕人能否從平衡訓練中獲益？兩項研究調查了神經肌肉訓練對精英滑冰運動員 (Kovacs et al., 2004)和手球運動員 (Holm et al., 2004)的影響。神經肌肉訓練組的滑冰運動員被要求進行漸進式訓練，包括單腿站立、搖擺板和蹦床平衡練習，每次 20-25 分鐘，每週 3 次，持續 4 週 (Kovacs et al., 2004) ，而手球選手們進行了 15 分鐘的漸進式地板動作（從放置，到切入，再到跳躍和著陸），以及搖擺板和平衡墊練習（從雙腿站立，到單腿站立，再到多人）每週3次持續5週或每週一次持續7週（Holm et al., 2004）。在這兩項研究中，在穩定表面上的靜態平衡能力沒有顯著改善，可能是由於先前討論的高

限效應；然而，參與神經肌肉訓練計劃的滑冰運動員在不穩定表面上的靜態平衡能力得到顯著改善（Kovacs et al., 2004），並且手球運動員在訓練後和訓練一年後的動態平衡能力也有顯著提高（Holm et al., 2004）。

總而言之，即使是精英運動員也可以從平衡訓練中受益，而訓練難度必須對他們具有挑戰性。如使用 OEP 來訓練精英運動員或健康的年輕人，他們的平衡力將不會得到任何改善。另一個重要的要點是，這些研究表明，平衡測試中的高限效應可能會發生在精英運動員甚至沒有平衡障礙的健康人群身上。因此，需要有更具挑戰性的評估任務，以顯示平衡控制的改善。

5.3.2 阻力訓練

阻力訓練包括所有涉及重量訓練的練習，同時肌肉收縮抵抗超負荷階段的阻力水平，並產生有益於肌肉系統的訓練效果 (Lamb et al., 2011)。阻力可以是個人自身的體重或外部負荷。在實施任何阻力訓練之前，需要進行測試以評估參與者的能力，以便設計阻力訓練計劃。由於受試者的能力會隨著時間的推移而提高，因此必須相應地調整計劃的進展 (Lamb et al., 2011)。在阻力訓練的初期，個人的體重或彈力帶可以作為外部負荷，而對於訓練水平更高級的人來說，在器械上訓練和自由重量訓練更合適。一些負重的功能訓練（例如沉重的購物袋、裝滿水的瓶子）也可以歸類為阻力訓練（Lamb et al., 2011）。

Sherrington 等人的研究發現阻力訓練對減少跌倒的有效性仍不確定（Sherrington et al., 2019）。他們發現關於跌倒率和經歷過跌倒的受試者人數的調查結果是基於非常低質量的證據。此外，不僅跌倒相關的統計數據不明確，阻力訓練對平衡能力的影響也值得懷疑（Sherrington et al., 2019）。 Latham, Bennett, Stretton, & Anderson 也得出了類似的結論，因為他們在阻力訓練干預後對 789 名受試者的站立平衡進行了大量測量，但他們未能看到

任何明顯的結果（效應大小=0.11）（Latham, Bennett, Stretton, & Anderson et al, 2004）。同樣地， Latham 等人認為由力量訓練組成的計劃無法提供預防跌倒的效果（Latham et al., 2003)。然而，儘管證明力量訓練可以增強平衡能力的證據有限，但多項研究表明，與力量訓練可以降低跌倒相關的骨折風險 (Liu-Ambrose, Khan, Eng, Heinonen, & McKay, 2004; Suominen, 2006) 。這種矛盾可能是由於受試者不同的生理狀態、訓練模式、頻率、強度和持續時間的差異，以及不同研究之間涉及的不同肌群。

一般來說，RCT 中用作跌倒干預的阻力訓練通常涉及中等強度的力量訓練，相當於每組重複八到十二次，每次訓練兩到三組，每週至少進行兩次 (Cadore, Pinto, Bottaro, & Izquierdo, 2014; Donath, van Dieën, & Faude, 2016) 。力量訓練練習一般以中等到高強度完成，大約 1RM 的 60%到 80%（1RM；即只能舉起一次的最大負荷）(Granacher, Gruber, & Gollhofer, 2009) 。Granacher 等人研究了傳統阻力訓練是否會對老年人的力量表現和姿勢平衡產生影響，以每週進行大阻力訓練（1RM 的 80%）兩次。經過 13 週的訓練後，他們的肌肉力量表現，靜態姿勢控制（即伸展測試）和動態姿勢控制（即慢速行走測試）上的得分都有顯著提高；然而，對他們在恢復姿勢平衡的能力沒有顯著影響。先前的文獻回顧報告也有類似的發現 (Granacher, Gollhofer, & Strass, 2006)。

在現實生活中遇到突然失平行的情況時（例如滑倒/絆倒後），人會產生爆發力以邁出一步或迅速抓住附近的物體以恢復平衡 (Pijnappels, Bobbert, & van Dieën, 2005) 。傳統力量訓練在提高爆發力方面值得懷疑（Donath et al., 2016） 。對此， Porter 指出，與大負荷的力量訓練相比，高速度和爆發性的訓練在提高肌肉爆發力表現更好（Porter, 2006）。除了在肌肉表面有額外的好處外，爆發力訓練還比力量訓練有更好的身體功能表現 (Miszko et al., 2003) 。Miszko 等人對老年人進行了為期 16 週的爆發力和力量訓練計劃。在前 8 週內，受試者逐漸加重負荷由 1RM 的 50%至 70%，每週訓練 3 次。第 8 週後，力量訓練組保持在 1RM 的 80%，直到研究結束，爆發力組的計劃改為以 40%的 1RM 進行三組 6-8 次的肌肉爆發力訓練，並需要快速地進行向心收縮。結果顯示，兩組都同樣成功地提高了最

大肌力。儘管如此，相對於力量訓練組，爆發力訓練組在平衡、協調和肌耐力（6 步行測試、地板起立測試和重複坐姿起立測試）方面有更大的改善。 Henwood & Taaffe 進行了一項類似的研究，每週進行兩次高速阻力訓練，持續 2 個月（Henwood & Taaffe, 2005），研究結果支持了 Miszko 等人的發現，他們還發現，高速阻力訓練組的身體表現，如 6 米步行測試、地板起立測試和重複坐姿起立測試以及舉重和伸展測試有顯著改善（Miszko et al., 2003）。

為了研究用於肌肉力量訓練的最佳強度， Orr 等人對以下三組進行了為期 10 週的研究：(1) 低強度（1RM 的 20%），(2) 中等強度（1RM 的 50%）和 (3) 高強度（1RM 的 80%）。健康的老年人被招募為受試者，他們每週訓練兩次。在所有組別中，低強度組的平衡改善最大；因此，將低負荷爆發力訓練應用於平衡相關干預可能會最有效地提高其有效性（Orr et al., 2006）。

總而言之，高速爆發力訓練有助於提升最大肌力，並產生正向轉移效應以增強低強度負荷下的平衡能力 (Granacher, Muehlbaue, et al., 2011) 。儘管如此，大多數研究結果都是基於針對社區居住的老年人的研究，為改善其他目標人群（例如工作人員）的平衡表現而實施這些訓練的結果仍然不確定。先前的研究表明，低強度阻力訓練也可以產生顯著的生理變化（如增加肌肉面積），甚至在年輕人中會增加力量表現（Tanimoto et al., 2008），這表明低強度阻力訓練可能是一種即使在工作場所也可行的訓練模式。

5.3.3 三維（太極/舞蹈）運動

三維訓練包括在所有三個空間平面或維度（即前後、左右和上下）中以受控、流暢和重複的方式持續運動（Lamb et al., 2011） 。太極拳是預防跌倒訓練中最常見的三維運動

示例，而氣功則包含重心轉移、直立姿勢、頭部位置和注視方向的細微變化等要素。另一方面，舞蹈涵蓋了各種各樣的動態運動性質、節奏和模式（Lamb et al., 2011）。

迄今為止，尚無關於三維運動對工作場所預防跌倒的研究，但有些文獻回顧 (del-Pino-Casado, Obrero-Gaitán, & Lomas-Vega, 2016; Hu et al., 2016; Low, Ang, Goh, & Chew, 2009; Sherrington et al., 2019) 研究了太極拳在社區老年人中預防跌倒的功效。已經進行了一些綜合研究來評估太極拳是否是一種有效的預防跌倒的運動。雖然一些 RCT 研究表明太極拳對改善身體機能(Wolf, Barnhart, Ellison, Coogler, & Group, 1997; Woo, Hong, Lau, & Lynn, 2007) 和減少跌倒次數沒有顯著影響 (Logghe et al., 2009; Taylor et al., 2012; Woo et al., 2007)，但多篇大規模文獻回顧和普遍的共識是太極可以有效地降低老年人跌倒的風險 (del-Pino-Casado et al., 2016; Hu et al., 2016; Sherrington et al., 2019)，只要老年參與者相對年輕且健康 (Low et al., 2009)。例如，研究顯示在他們的文獻回顧中發現太極可以顯著降低跌倒風險（比值比= 0.70；95% CI，0.59 至 0.84；N=2,850）（Hu et al., 2016）。同樣，del-Pino-Casado 等人檢閱了 13 項隨機對照試驗，表明太極拳可以顯著降低跌倒的風險（絕對風險降低 = 0.10；95% CI，-0.06 至 -0.15）(del-Pino-Casado et al., 2016)。隨著跌倒風險的降低， Sherrington 等人報告實際跌倒人數減少了 19%（RR= 0.81；95% CI，0.67 至 0.99；7 項隨機對照試驗；N=2,655；低確定性證據），經歷過至少一次跌倒的人數減少了 20%（RR=0.80；95% CI，0.70 至 0.91；8 個隨機對照試驗；N=2,677；高確定性證據）(Sherrington et al., 2019)。這些文獻回顧的作者指出，太極拳的形式多種多樣，有必要對運動強度、持續時間、頻率以及老年人以外的不同人群進行進一步研究，以便充分了解太極拳作為一種防跌倒運動的影響（Hu et al., 2016）。

先前的研究表明，每週練習 3 次太極拳持續半年可以顯著降低跌倒發生率（Li et al., 2005）。此外，練習太極可以顯著改善功能平衡（即 Berg 平衡量表、步態指數、功能伸展和單腿站立）、身體表現（即 50 英尺快走和起立行走測試），以及減少對訓練後跌倒的恐懼 (Li et al., 2005)。此外，這些變化甚至在干預期結束後半年仍保留（Li et al., 2005）。

然而，是否有必要進行面對面的訓練才能獲得太極拳訓練的好處？為了回答這個問題，Wu, Keyes, Callas, Ren, & Bookchin 比較了三種不同的太極拳訓練計劃（遙距訓練 Tele-ex；社區訓練 Comm-ex；和在家視頻訓練，Home-ex）。3 組的受試者每週練習 3 小時 24 式楊式太極拳，持續 15 週。然而，只有 Tele-ex 和 Comm-ex 組在功能平衡（即單腿站立時間、安靜站立期間的身體搖擺、起身行走測試）和平衡信心（活動特定平衡）方面表現出顯著改善，從而減少跌倒。可能是因為這兩個小組比 Home-ex 小組有更高的依從性和練習時間，因此他們的改善明顯更好（Wu et al., 2010） 。因此，如果無法執行面對面的訓練計劃，提醒參與者遵循運動處方是非常重要。

鑑於太極拳對老年人有訓練功效，一些研究調查了是否可以在年輕人或中年人身上獲得類似的好處。兩項研究考察了太極拳對久坐不動的中年女性的好處。在第一項研究中，發現每週練習太極拳 3 次，持續 12 週，可顯著降低血壓並改善功能範圍測量的動態平衡 (Thornton, Sykes, & Tang, 2004)。第二項研究發現，久坐不動的中年女性在每週練習太極拳 6 個月後，脂肪明顯減少，心率降低 (Noor Aini et al., 2012)。不幸的是，太極拳對中年成年人平衡能力的確切影響仍然不確定，因為該年齡組的許多結果來自數據質量較低的研究 (Zheng et al., 2015)。

除了太極之外，舞蹈也是一種常見的三維運動訓練；然而，評估跳舞預防跌倒有效性的研究數量較少。因此，舞蹈訓練對預防跌倒的有效性仍不確定 (Sherrington et al., 2019)。在一項調查舞蹈訓練對預防跌倒影響的隨機對照試驗研究中，干預組每週進行兩次社交舞（民族舞或舞廳舞），每次 1 小時共 12 個月後，在功能平衡和跌倒統計數據方面顯示沒有顯著差異 (Merom et al., 2016) 。一種可能的解釋是，為了參加社交舞，參與者必須有較好的平衡控制。因此，這些人一開始跌倒的風險可能很低。讓體弱且跌倒風險高的老年人參與舞蹈干預可能有危險，因為這些人實際上會面臨更多有關滑倒、絆倒和跌倒的風險。缺乏顯著效果的另一個的解釋是本研究中使用的舞蹈類型可能沒有足夠的強度帶來預防跌倒的好處 (Merom et al., 2016)。

另一項涉及中年女性的研究也使用了舞蹈干預 (Kostić et al., 2015)。舞蹈干預組的參與者共進行了 34 小時的希臘民間舞蹈（每週 3 小時），其中慢速作為熱身，在每次訓練的主要階段交替使用中速和快速節奏。研究表明，即使中年女性，中等至高強度的舞蹈也能對靜態和動態平衡產生顯著的影響。因此，舞蹈有可能成為一種有效的預防跌倒運動，而舞蹈的類型以及強度或節奏將對訓練效果中發揮出決定性的作用 (Merom et al., 2016).

總而言之，太極拳是一種對老年人有效的預防跌倒運動，因為多份大規模隨機對照試驗、文獻回顧表明，太極拳可以顯著改善功能平衡並降低跌倒發生率 (del-Pino-Casado et al., 2016; Hu et al., 2016; Sherrington et al., 2019)。儘管年輕人或中年人也可能受益於各種形式的三維運動干預(如太極拳和/或中高節奏舞蹈)，但必須進行更多研究來驗證這種假設。

5.3.4 一般體能活動

體能活動 (Physical Activity) 被定義為“任何由骨骼肌收縮引起的導致能量消耗大幅增加的身體運動” (Lamb et al., 2011) 。體能活動包括所有由工作場所、交通和娛樂組成部分的活動，它還可以促進個人的健康以及增強健康習慣和生活方式 (Lamb et al., 2011) 。體能活動的範圍很廣，例如室內和室外步行、騎自行車、打網球和游泳。體能活動對每個人都很實用，對我們的健康有益；然而，這不是一種常見的干預方式，它對預防跌倒的影響值得懷疑。 Sherrington 等人審視了兩項針對居住在社區的老年人的隨機對照試驗，得出的結論是與對照組相比體能活動干預導致跌倒率增加了 14%（RaR=1.14；95% CI，0.66 至 1.97），經歷一次或多次跌倒的人數增加了 5%（RR=1.05； 95% CI，0.71 到 1.54），但由於樣本量有限，確定性較低。

在其中一項研究中，Voukelatos 等人調查了一項為期 48 週對老年人的步行研究，因為他們意識到步行是最受歡迎和最容易接受的體能活動（Voukelatos et al., 2015）。事實上，步行被規定為奧塔哥運動計劃(Otago Exercise Programme)中的一項補充運動，該計劃已被證明可有效減少跌倒 (Robertson et al., 2002)、身體功能和運動表現 (Dadgari et al., 2016) 。每個受試者都以自己選擇的速度行走，並逐步增加他們的步行計劃。步行計劃有效地提高了參與者體能活動水平；然而，在隨訪期間，干預組的跌倒率與對照組相比沒有差異（IRR=0.88；95% CI，0.60 至 1.29）。因此，僅靠休閒步行並不是一種有效的跌倒預防干預措施。這是可以理解的，因為低強度的步行運動無法提供觸發顯著肌肉和骨骼生長所需的刺激。有人提倡將步行排除在各種形式的跌倒預防干預措施之外，因為步行本身會增加體弱老年人跌倒風險(Tiedemann et al., 2011) 。

總而言之，其他形式的更高強度體能活動可能在降低老年人跌倒或跌倒風險方面有一些好處，儘管目前科學界缺乏此類證據。此外，大多數工作人口已經通過工作和上下班往返並接觸到一定程度的體能活動，他們肯定需要其他模式的訓練，以進一步降低他們在工作場所跌倒的風險。

5.3.5 耐力訓練

耐力運動著重於心血管調節，它本質上是有氧運動，同時促進心率和心臟血液循環。慢跑、間歇訓練、自行車和划船機是耐力訓練的幾個例子 (Lamb et al., 2011) 。目前無法找到使用耐力運動作為預防跌倒的主要或唯一干預措施的研究；然而，Buchner 等人進行了 24-26 週的力量和耐力訓練對社區老年人的步態、平衡和跌倒風險的研究（Buchner et al., 1997）。受試者被隨機分配到兩個運動訓練組（即使用舉重器械進行力量訓練和使用自行車進行耐力訓練）和一個對照組。然而，耐力訓練組未發現對步態、平衡或跌倒風險有顯著影響。需要更多的研究來證明耐力訓練對年輕人、中年人和老年人群的有效性。

5.3.6 雙重任務訓練

雙重任務訓練是近年來用於預防跌倒的干預措施之一。對於跌倒預防，主要任務通常涉及平衡或步態訓練，並且要求受試者同時執行次要認知任務。雙任務，也稱為多任務，是指同時執行至少兩個可以單獨執行的任務 (McIsaac, Lamberg, & Muratori, 2015)。它會影響主要任務的表現，而次要任務執行相對於單任務效率。雙重任務在我們的日常生活中很典型，因為我們的日常活動，總是需要雙重任務的能力，例如在我們走路時應用的認知系統（如在手機上聊天或發短信）來調解複雜的環境條件 (Dorfman et al., 2014)。雙重任務在工作場所也很常見。例如，郵遞投遞員經常試圖通過在閱讀和分揀郵件的同時走動到下一個投遞站來節省時間 (Bentley & Haslam, 2001) 。因此，據稱在郵件投遞過程中，高達40%的跌倒事故發生在認知系統和視覺注意力偏離平衡或步態時（Bentley & Haslam, 2001）。

傳統上，步態，特別是對於健康的年輕人口，被認為基本上是一項全自動任務，步態的變化（例如步行速度和方向）可以在必要時幾乎毫不費力地進行(Bayot et al., 2018)。然而，平衡和步態實際上都需要一些認知處理。衰老通常會令認知能力下降；因此，當存在額外的認知需求或複雜程度不同的情況時，老年人的步態質量可能會受損，從而導致跌倒風險增加（Bayot et al., 2018; Dorfman et al., 2014）。儘管認知和運動控制之間的關係仍不確定，目前需要研究雙重任務(認知與運動)的方法以改善認知障礙和跌倒的預防 (Bayot et al., 2018) 。

許多最近的雙重任務研究表明，步態速度通常會隨著次要認知任務的增加而顯著降低。研究表明，同時執行需要注意的任務（即需要語言流暢性的任務）會導致步行速度顯著降低和步幅時間變異性增加(Dubost et al., 2006) 。此外，隨著次要任務的複雜性增加，步態速度會變得更慢。除了步態速度外，節奏、步幅時間和步態穩定性都會在雙重任務場景中受到不利影響(Smith, Cusack, Cunningham, & Blake, 2017) 。大量研究表明，由於內在干擾

因素，步態表現容易出現雙重任務，並且由於認知能力下降，老年人比健康年輕人受到的影響更大(Al-Yahya et al., 2011)。在雙重任務情況下，年齡和步態速度降低之間存在很強的相關性，健康受試者的認知狀態水平和步態速度降低之間也存在很強的相關性。步速被確定為功能表現的指標(Hardy, Perera, Roumani, Chandler, & Studenski, 2007)，雙重任務期間，步行速度降低與老年人跌倒之間呈正相關性(Beauchet et al., 2008)。結果很明顯，有節奏的步行控制並不像以前認為是一種自動機制，而是需要一定程度的注意力控制，尤其是在老年人中。雖然降低步態質量（即步態速度） (Beauchet et al., 2008) 和增加步幅時間變異性 (Hausdorff, Rios, & Edelberg, 2001) 被證明與老年人跌倒風險增加顯著相關，但需要進行更大規模研究來檢查雙重任務干預措施在預防跌倒方面的確切有效性。

迄今為止，大多數雙重任務跌倒干預研究都是針對老年人。例如，一項雙任務研究調查了為期 6 週的雙任務跑步機訓練干預對預防跌倒的有效性 (Dorfman et al., 2014)。受試者被要求每週在跑步機上行走 3 次。根據每個受試者的步態速度，跑步機上的速度將逐漸增加。在第 4 週到第 5 週減少一隻手支撐來增加運動難度，並且在第 6 週完全沒有手部支撐。在步行 5 分鐘後，將引入三種認知任務：(1) 聆聽任務（聽到一個短篇故事並在最後回答一些問題），（2）算術任務（計算一些簡單的數學問題）和（3）語言流暢性任務（即生成語義和語音列表）。與他們調整步行速度和運動難度的方式類似，認知任務的難度根據他們的表現逐漸增加。 18 節課後，他們的平衡控制（即 Berg 平衡量表）、步態控制（即動態步態指數）、步行速度（即單任務和雙任務步行）、認知表現（即路徑描繪測驗）、生活質量（即 SF-36）和體能活動水平（即 PASE）均出現顯著改善 (Dorfman et al., 2014)。結果表明，雙任務訓練應該被納入未來的跌倒預防干預中。

科學家們還研究了雙重任務訓練中其他形式的次要任務。一項有趣的研究沒有使用常用的次要認知任務，而是檢驗了在老年人平衡訓練期間使用次要運動干擾任務改善步態穩定性的有效性 (Granacher et al., 2010)。在執行在不穩定表面上保持平衡的主要任務時，受試者還被要求同時執行一項運動干擾任務，例如接球和扔球。任務難度、組數、訓練時間

在 6 週的 18 課中逐漸增加。受試者的步態模式在訓練前和訓練後的單任務、雙任務（步行+運動/認知）或三任務（步行+運動+認知）條件下的在跑步機上進行評估。結果表明，在平衡訓練期間使用運動干擾任務可有效地改善步態穩定性（即減少步態可變性）(Kressig, Herrmann, Grandjean, Michel, & Beauchet, 2008)，但僅在單任務期間有效，在雙任務或三任務期間則無效 (Granacher et al., 2010)。此外，這種訓練僅導致運動任務的改善，而不是雙重任務條件下的認知任務。在雙重任務情況下，只有運動任務的改善而不是步行任務的改善，受試者在訓練期間可能優先考慮運動任務的表現而不是平衡任務。因此，重要的是，在雙任務平衡/步態訓練期間，應指導受試者將注意力集中在主要平衡任務而不是次要任務上，以達到預防跌倒的最大效果。

Silsupadol 等人對居住在社區的老年人進行了一項有趣的研究，以研究通過對任務優先排序的具體指導來優化雙重任務培訓有效性的方法（Silsupadol et al. 2009）。他們研究了固定優先方式或可變優先方式指令的單任務與雙任務平衡干預之間的差異。體能訓練包括各種平衡練習，如閉眼站立和腳趾頂端靠攏站立。對於雙任務條件，受試者被要求同時執行一項認知任務，例如計算任務或對象命名任務。此外，對於雙重任務組，要求固定優先級指令子組中的受試者始終對姿勢和認知任務保持同等的注意力；而可變優先方式子組被要求花費一半的時間單獨關注平衡任務，另一半只關注他們的認知任務表現。所有參與者每週接受 3 次培訓，持續 4 週。在事後評估中，所有受試者的單任務步態速度都有顯著提高；儘管如此，只有雙重任務組的雙重任務步行表現有了顯著改善。此外，可變優先方式雙重任務子組在 12 週的後續評估中持續改善。因此，除了進展困難之外，具有可變優先方式以最大化雙任務跌倒預防訓練的有效性是極其重要的 (Silsupadol et al., 2009) 。

總之， Beauchet 等人建議有效的跌倒預防干預計劃應包括雙任務訓練，因為步態不穩會增加跌倒的風險，而注意力會受到干擾或同時執行多項任務（Beauchet et al., 2008）。這在工作場所尤其常見，因為經常在走動同時進行其他認知或動作任務（例如，服務員在擁擠的環境中在濕滑的表面上行走時，一邊平衡食物托盤，一邊思考將食物/飲料送到哪

裡）。因此，在運動和認知任務上都取得進步的雙任務訓練應該作為有效的跌倒預防干預計劃的組成部分之一（Dorfman et al., 2014）。

5.3.7 多元性運動

多元性運動由兩種或多種不同的運動干預方式組成，以預防跌倒。一般來說，目前的大多數隨機對照試驗都將平衡和功能練習與阻力訓練相結合。與其他跌倒預防研究類似，大多數已發表的 RCT 都是針對老年人的 (Goodwin et al., 2014; Sherrington et al., 2019)。Sherrington 等人回顧了 21 項調查多元性運動干預在 2019 年預防跌倒有效性的隨機對照試驗。他們發現，與對照組相比，多元性運動干預導致跌倒減少 34%（95% CI，12 % 至 50%）的跌倒次數（RaR=0.66；95% CI，0.50 至 0.88；11 份隨機對照試驗；N= 1,374）和減少 22%（95% CI，4% 至 36%）的經歷過一次或多次跌倒的人數（RR=0.78；95% CI，0.64 至 0.96； 17 份隨機對照試驗；N=1,623 ）。 Goodwin 等人表明，與未接受干預的對照組相比（17 份隨機對照試驗；N=5,034）多元性運動訓練有助於降低跌倒率（匯總率比 = 0.80；95% CI，0.72 至 0.89）以及跌倒人數（匯總風險比 = 0.85；95% CI，0.72 至 0.89）。95% CI，0.80 至 0.91）（Goodwin et al., 2014）。這兩項文獻回顧均表明，有中等質量的證據支持多元性運動干預可能會降低跌倒率和跌倒者人數。然而，另一項研究表明，當對多元性運動干預與其他單一類型的運動干預進行比較時，預防跌倒的效果是不確定的（Fusco，2019）。此外，沒有足夠的證據證明多元性運動干預可以對其他跌倒相關措施產生影響，即使它可能會降低跌倒的風險（Fusco，2019）。

結合平衡和力量訓練是預防老年人跌倒的最常見的多元性運動干預模式。 Suzuki, Kim, Yoshida, & Ishizaki 對 52 名居住在社區的日本老年婦女（年齡>73 歲）進行了隨機對照試驗，並將她們分配到干預組或對照組（Suzuki, Kim, Yoshida, & Ishizaki, 2004）。干預組進行了為期 6 個月的跌倒相關干預計劃，包括腿部/腹部強化運動、步態/平衡訓練、使用啞鈴和橡皮筋的阻力訓練以及太極拳。6 個月訓練前，干預組跌倒率（14.3%）與對照

組（16.7%）無臨床顯著差異；然而，在隨訪 8 個月時，對照組的跌倒率上升至 40.9%，並在 20 個月時進一步上升至 54.5%，而干預組的跌倒率下降至 13.6%，並在隨訪期間保持穩定。此外， Suzuki 等人觀察到在完成多部分運動訓練計劃後，慢速步行、功能範圍和自信心都有顯著改善（Suzuki et al.，2004）。

然而，不確定如何將這些發現推廣到工作人群。兩項研究調查了多元性運動干預對預防老年 (Kawagoe et al., 2010) 和中年人(Granacher, Wick, et al., 2011) 跌倒的有效性。Kawagoe 等人調查了為了預防老年工人跌倒而進行的訓練的有效性（Kawagoe et al., 2010)。對 77 名 50 至 64 歲的男性工廠工人進行了一項為期八個月、每週訓練五次的干預計劃。Limbering up 運動，又名“radio taiso”，是一套在日本廣為人知的熱身運動。鼓勵員工每天隨著早上廣播中播放的音樂訓練身體，以提神醒腦。 Limbering up 運動包含平衡、敏捷性和肌肉力量的組成部分，以提高身體表現。具體來說，訓練包括腳跟站立（提高腳踝和關節的靈活性）、前移和側移（提高肌肉力量和敏捷性、上肢反應時間）、單腿下蹲（增強肌肉力量、平衡和腳踝柔韌性）和腳趾接觸 (Whipple, 1997) 。此外，節奏需要保持在 130 到 140BPM，以確保可以提高敏捷性和反應時間。在一名教練的指導下，受試者每週訓練五次，然後才在早上開始工作，一共持續八個月。

經過八個月的干預，閉眼單腿平衡測試（靜態平衡）、四格移步測試（敏捷性）、最大步長（柔韌性）和坐姿起立測試（肌肉力量）均有顯著改善（Kawagoe et al., 2010）。此外，他們的跌倒風險在實際跌倒中從 13 顯著降低到 4（16.88% 到 5.19%；$p<0.05$），最近跌倒經歷從 36 顯著降低到 19（46.75% 到 24.68%；$p<0.001$）。儘管如此，在干預前後的測量之間，睜眼單腿平衡測試（靜態平衡）、功能伸展測試（動態平衡）和起身行走測試（移動性）沒有差異。總而言之，這項研究表明，Limbering up 運動（即 radio taiso）可能會改善與工作場所跌倒風險因素相關的身體表現，並降低老年工作人群的跌倒率。

同樣， Granacher 和 Wick 等人對 32 名久坐的中年（50 歲或以上）上班族進行了為期 8 週的工作場所平衡和力量訓練，隨後進行了 8 週的停訓（Granacher, Wick, et al., 2011）。類似於 Kawagoe 等人進行的研究，他們的干預強調平衡練習和力量訓練。被分配到干預組的受試者每天在辦公室訓練 3 次，每週訓練 5 天，總共訓練 8 週。第一次訓練需要在早上上班前進行，其中包括靜態平衡練習，例如雙足和單足站立。第二次訓練是在午休後進行的，其中包括動態平衡練習，例如前後串聯步態。一天的最後一次訓練是在晚上離開工作場所之前進行的，包括針對下肢的力量練習，例如雙足/單足深蹲和小腿抬高。然而，與 limbering up 練習不同，訓練計劃的強度通過減少支撐基礎（例如改變腳的距離）、減少感官輸入（例如閉眼）和增加額外的額外整個運動干預期間的上半身任務（例如擺動手臂）來調整 （Granacher, Wick, et al., 2011） 。此外，要求受試者在靜態/穩定表面（例如地板）或動態/不穩定表面（例如平衡木和硬海綿）下以單腿或雙腿站立的方式赤腳或穿襪子進行訓練。

經過 8 週的訓練，單腿站立時的姿勢搖擺、步態速度、等長/等速峰值扭矩、蹠屈肌扭矩發展率和跳躍高度的測量結果都有顯著改善。雖然 8 週的停訓期導致肌肉力量下降，但即使沒有進一步訓練，中年工人的姿勢控制能力也有進一步改善。這些結果支持之前的研究結果，即增加快速產生下肢力量的能力可以有效解決一些內在的跌倒風險因素（例如姿勢平衡和肌肉力量的降低），從而導致更好的姿勢控制和平衡恢復，甚至從長遠來看在工作場所可以降低跌倒風險（Granacher, Wick, et al., 2011; Suetta, Magnusson, Beyer, & Kjaer, 2007）。

總而言之，文獻回顧 (Goodwin et al., 2014; Sherrington et al., 2019) 發現，中等質量證據顯示多元性運動干預可有效降低社區居住老年人的跌倒率和跌倒風險。由於訓練計劃中使用的運動組合和運動元素的比例多種多樣，因此評估多元性運動訓練的有效性並不容易（Fusco，2019）。然而，當對多元性運動干預與其他單一類型的運動干預進行比較時，減少跌倒的效果仍不清楚（Fusco，2019）。混合干預（最常見的是平衡和力量訓練）在

改善與跌倒風險因素相關的身體表現以及社區老年人（Suzuki et al., 2004），老年人工人 (Kawagoe et al., 2010) 和久坐不動的中年工人 (Granacher, Wick, et al., 2011) 跌倒發生率方面取得了不同程度的成功 。

5.4 關於設計防跌倒運動干預的建議

由於模式、強度、體積和頻率相對多樣化，因此很難從以前的文獻中確定理想的訓練計劃(U Granacher, T Muehlbaue, et al., 2011)。當涉及多組件平衡訓練時，這會變得更加複雜，因為不確定哪個組件對平衡能力的整體提高貢獻最大。Goodwin et al.(2014)建議將已證明有效的單項練習結合在一起是衝動的；因此，需要進一步的研究來表明多元性運動干預的有效性。

Tiedemann et al. (2011)已經證明，當訓練計劃不包括步行部分並且包括定期進行超過 50 小時的具有挑戰性的平衡訓練時，各種訓練干預中的跌倒減少率最高（高達 42%）。重要的是要針對普通人群採取預防措施，而不是僅僅關注高危人群(Donath et al., 2016)。干預計劃至少應要求中等水平的平衡需求，並且應每周定期練習兩個小時(Donath et al., 2016)。

重要的是應用最新的科學發現並修改當前的平衡訓練計劃，該計劃應包括站立練習，(1) 逐漸減少支撐基礎，(2) 涉及擾亂重心的動態運動，以及 (3) 包含強調姿勢肌肉群以及調整感覺輸入的訓練(Donath et al., 2016)。同樣，還針對六個特徵建議了各種運動進展，即：(1) 表面（例如硬海綿、墊子、硬質），(2) 支撐基礎（例如踏步姿勢、串聯姿勢和單腿姿勢），(3) 擾動（例如在軀幹，絆倒），（4）負荷姿勢肌肉群（例如踮腳站立），（5）感覺輸入（例如閉眼站立）和（6）干擾任務（例如雙重或三重任務，運動和/或認知） (Chodzko-Zajko et al., 2009; Granacher, Muehlbauer, & Gruber, 2012; Muehlbauer, Roth,

Bopp, & Granacher, 2012; Sherrington, Tiedemann, Fairhall, Close, & Lord, 2011)。具體而言，提倡將當前的步態和平衡訓練與多任務訓練（即認知和/或運動干擾任務）相結合以模擬現實生活中的情況，以最大限度地提高其在減少跌倒方面的有效性和持久效果(Dorfman et al., 2014; U Granacher, T Muehlbaue, et al., 2011; Granacher et al., 2012)。

5.5 結論

本文描述了各種類型的運動干預及其在減少跌倒相關結果或提高平衡能力方面的相應效果。某些類型的運動干預在降低社區老年人跌倒的發生機率和嚴重程度方面的有效性已經得到證實（Gillespie et al., 2012；Sherrington et al., 2019）；然而，值得關注的是，當前文獻回顧文獻和隨機對照實驗研究對預防跌倒的結果主要集中在老年人身上。關於在工作人群中預防 STF 事件的研究仍然非常有限。儘管之前的一些研究結果仍有可能適用於年長的工人階級，但目前尚不確定中年或年輕人對此類干預措施的反應如何。當然，需要進一步的研究來評估在工作場所預防 STFs 的各種運動干預措施。

6 設計防跌倒計劃以預防工作場所滑倒、絆倒和在同一高度跌倒

根據我們的上述文獻（***第 5 章***）結果，我們認為多模式運動干預對於減少不同工作間 STF 意外是必要的（Goodwin et al., 2014）。 我們也確定了四種不同類別的訓練，這些訓練實用可行，可以納入預防工作場所 STF 的計劃中：

1. 步態和功能性平衡訓練
2. 阻力訓練（阻力帶或體重）
3. 三維（太極）運動
4. 雙重任務（運動和認知）訓練

我們提出了一項為期 12 週的運動干預計劃，並隨着計劃的進展會變得越來越有挑戰性（DiStefano、Clark 和 Padua，2009）。根據生物壓力理論，運動產生的物理壓力可刺激生物組織的適應性反應 (Mueller & Maluf, 2002)。為了盡量減少對他們正常工作日程的干擾，參加者只需每天進行兩次的訓練（每次 10-15 分鐘），每週訓練五天，以達至每周至少進行兩個小時的定期訓練目標（Donath et al., 2016) 。為了盡量減少疲勞，上午的訓練以動態熱身練習開始，然後進行靜態平衡訓練（即在執行其他上半身任務時以不同的姿勢站立），而下午的訓練則進行動態平衡訓練（即步行/跳躍/單腿硬拉）之間交替進行)和阻力練習（即上身/下身和核心）旨在提高肌肉力量。太極拳是一種經過驗證的跌倒干預運動，在下午的訓練結束後被用作緩和運動。

每個訓練模式的難度（即靜態平衡，圖 6.1；動態平衡，圖 6.2；阻力訓練，圖 6.3）會每兩週逐漸增加（例如更具挑戰性的姿勢、運動/認知干擾、感官輸入中斷、增加強度/幅度等）以盡量減少適應效果（表 6.1）。參加者按照網上運動影片中的導師的動作和口 7 述提示進行訓練。為了提醒參加者定期進行訓練，Virtual Trainer（第 7 章）是許世全教授所開發的一款手機應用程式，用於提示他們根據自己的時間表進行訓練。

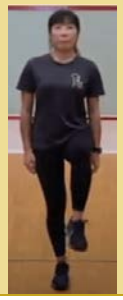
第 1-2 週	第 3-4 週	第 5-6 週	第 7-8 週	第 9-10 週	第 11-12 週
動態熱身					
雙腳並排 +運動干擾 +閉起雙眼	**雙腳一字式站立 (前後腳貼實)** +運動干擾 +雙腳半一字式站立 (前後腳微微隔開) +閉起雙眼 	**單腳站立** +認知干擾 +閉起雙眼 	**單腳站立** +運動干擾 +閉起雙眼 +腳踁抬高 +組成一個小組 	**單腳站立** +運動及認知干擾 +閉起雙眼 +腳踁抬高 +組成一個小組 	**單腳站立** +運動及認知干擾 +閉起雙眼 +腳踁抬高 +組成一個小組 

圖.61. 靜態平衡訓練（上午）

第 1-2 週	第 3-4 週	第 5-6 週	第 7-8 週	第 9-10 週	第 11-12 週
步行 -高抬腿步行 -一字式前後步行 -雙腳拍膝左右步行 **跳** 雙腳跳 **單腳硬拉** +閉起雙眼 +轉動頭部	**步行** -高抬腿步行 -一字式前後步行 -雙腳拍膝左右步行 **跳** 單腳跳 **單腳硬拉** +運動干擾 +閉起雙眼 +轉動頭部 	**步行** -一字式前後步行 -雙腳拍膝左右步行 **跳** 單腳跳 **單腳硬拉** +認知干擾 +閉起雙眼 +轉動頭部 +抬腿 +組成一個小組	**高抬腿步行** -一字式前後步行 -雙腳拍膝左右步行 **跳** 單腳跳 **單腳硬拉** +運動干擾 +閉起雙眼 +轉動頭部	**高抬腿步行** -一字式前後步行 -雙腳拍膝左右步行 **跳** 單腳跳 **單腳硬拉** +運動及認知干擾 +閉起雙眼 +轉動頭部 +組成一個小組 	**高抬腿步行** -一字式前後步行 -雙腳拍膝左右步行 **跳** 單腳跳 **單腳硬拉** +運動及認知干擾 +閉起雙眼 +轉動頭部 
緩和運動：太極					

圖 6.2. 動態平衡訓練（下午課程 - 類別 1）

第 1-2 週	第 3-4 週	第 5-6 週	第 7-8 週	第 9-10 週	第 11-12 週
動態熱身					
上肢 -練力帶 **核心肌群** **下肢**	**上肢** -練力帶 **核心肌群** **下肢** +強度	**上肢** -練力帶 **核心肌群** **下肢** +強度 +跳躍 +距離	**上肢** -練力帶 **核心肌群** **下肢** +強度 +移動距離 +跳躍 +距離	**上肢** -練力帶 **核心肌群** **下肢** +強度 +移動距離 +跳躍 +距離	**上肢** -練力帶 **核心肌群** **下肢** +強度 +移動距離 +跳躍 +距離
緩和運動：**太極**					



圖 6.3. 阻力訓練（下午課程–類別 2）

表 6.1. 在線練習視頻鏈接

	第 1-2 週	第 3-4 週	第 5-6 週	第 7-8 週	第 9-10 週	第 11-12 週
靜態平衡						
動態平衡						
阻力訓練						

7 虛擬教練手機應用程式

我們在 2020-21 年進一步修改了許教授的 Virtual Trainer(VT)手機應用程式用作於支持本研究項目。為了更有效和方便使用程序，我們為每個參加者預先分配了一個登錄帳號，以便他們可以登錄到他們的個人化帳號。此外，我們也根據他們的喜好或工作時間表預先設定了他們的培訓時間表。當參加者成功參加了這項研究計劃後，所有用戶都被指示在手機裏搜索“VTHK”，通過 Android 手機的內置的 Google Play 或蘋果手機內置的 App Store 在他們的手機上下載並安裝 Virtual Trainer 手機應用程式。

登錄他們的帳戶後，他們可以通過按左上角的圖標訪問他們的“健身日誌”（圖 7.1）。



圖 7.1. Virtual Trainer (VT) 手機應用程式登錄屏幕（左）和健身日誌（右）

在健體日誌中，用戶可以修改設定（圖 7.2），應用程序會向他們發送通知，提示他們在喜歡的時間段進行指定的訓練，並提醒他們在每次訓練課後填寫回覆表。



圖 7.2. Virtual Trainer (VT) 手機應用程式訓練日程設置 – 開啟通知

在訓練日程中，用戶可以查看他們每天的運動處方，以及所有未完成的回覆表格。用戶只需輸入實際運動時長和自我感知的運動強度即可完成每張回覆表（圖 7.3）。



圖 7.3. Virtual Trainer (VT) 手機應用程式 Fitness log – 完成回覆表格

Virtual Trainer 手機應用程式是一個方便的工具，可以自動提示用戶在他們喜歡的時間段進行規定的練習。用戶可以輕鬆查看和修改自己的訓練計劃來適應自己的日程安排。用戶還可以通過手機應用程式查看訓練視頻，以便他們準確了解每次訓練要做什麼。更多詳細信息，請參閱*附錄 A：使用 Virtual Trainer* 。

8 試點研究

8.1 概述

該試點研究的目的是：(1) 探討我們的運動干預和評估方案的可行性，以及 (2) 收集該試點研究數據以估算我們所需要的參加者總數和確認我們的運動干預有效性。

8.2 方法

8.2.1 參加者

在餐飲和住宿行業工作的 21 名健康成年人（8 男 13 女；身高=163.8±11.6cm；體重=66.4±12.3kg）經書面同意後會被納入本次試點研究。他們都是介乎於 22 至 61 歲的非跌倒者（平均值 = 42.5 ± 11.8 歲）。研究方案符合《赫爾辛基宣言》和《國際協調會議——良好臨床實踐》（ICH-GCP），並獲得香港中文大學 - 新界東醫院聯網臨床研究倫理聯席委員會（Joint CUHK-NTEC CREC）的批准.

8.2.2 訓練方案

*第 6 章*所述，我們提出了一項為期 12 週的運動訓練干預計劃，其中要求在參加者每週訓練 5 天，每天訓練兩次。每次運動訓練大約持續 10-15 分鐘，以盡量減少對他們正常工作時間和生活習慣的干擾。為了最大程度地減少疲勞，上午的運動訓練將從動態熱身練習開始，然後進行靜態平衡訓練（即在執行其他上半身任務時以不同的姿勢站立），而下午/晚上的運動訓練將交替進行動態平衡訓練（即步行/跳躍/單腿硬拉）和阻力練習（即上身/下身和核心）為了提高肌肉力量。太極拳是一種經過驗證的跌倒干預運動，被用作下午/晚上運動訓練的緩和運動（Li et al., 2005）。

每個訓練模式的難度將逐漸增加（例如更具挑戰性的姿勢、運動/認知干擾、中斷的感官輸入、增加強度/幅度等）以最小化適應效果。此外，在網上發佈了練習視頻，供工

人在運動訓練期間觀看。為了提醒參加者進行這些訓練，Virtual Trainer (www.vt.hk) 是許教授開發的一款手機運動訓練應用程式，用於提示他們按照自己喜歡的時段進行這些訓練（*第 7 章*）。鼓勵參加者使用該手機應用程式記錄他們完成的培訓課程，以便我們驗證他們的合作性。由於設計需時，參加者在運動干擾期間前 6 週參加者透過 WhatsApp 用作於提示和提醒參與者，隨後以 Virtual Trainer App 提醒及記錄參加者的運動訓練情況。

8.2.3 評估

本研究進行訓練前和訓練後的評估以量化每個人的身體表現和跌倒風險。具體而言，使用 JISHA（日本中央勞動災害防止協會）調查問卷簡化版（即 Q1、5、11、12、18 和 25）來估計跌倒風險。使用簡化版 JISHA 問卷是因為這 6 個項目會在特徵 (ROC) 曲線下產生與原始 JISHA 中的工作場所滑倒、絆倒和跌倒風險評估測試呈相似的面積（Nakamura et al., 2016），表明簡化版的問卷與完整版具有相同的預測能力 。使用一些簡單的測試來評估身體性能，即(1)靜態平衡：閉眼單腿平衡測試，(2)動態平衡：功能性伸展測試和 Y 平衡測試（3）敏捷性：四方格測試，以及(4)肌肉力量：五次椅上坐立測試。由於我們的參加者來自的一般在職者而不是體弱和年長的人群，因此選擇這些測試而不是常見的跌倒風險篩查工具（例如 Berg Balance Scale、Tinetti Test、Mini-BESTest）以避免高限效應。具體請參見圖 8.1。

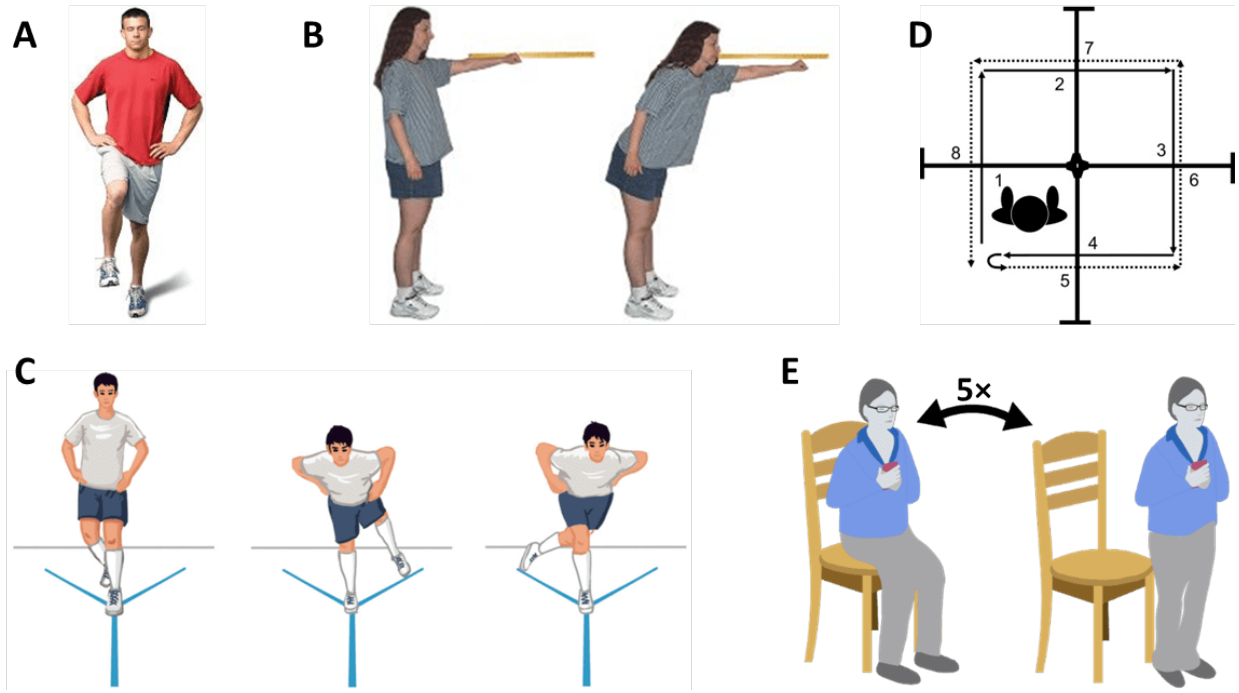


圖 8.1. 臨床評估。五項臨床測試用於測量：（1）靜態平衡與（A）閉眼單腿站立測試；(2)動態平衡與(B) 功能範圍測試和(C)Y 平衡測試；(3)敏捷性與(D)四方格測試，以及(4)腿部力量與(E)五次椅上坐立測試。詳情請參閱： https ://www.sralab.org/rehabilitation-measures/ 。

8.2.4 統計分析

如果數據不是正態分佈，則使用 paired sample t-test 或 Wilcoxon signed-rank test 來評估我們的運動干預的有效性。Pearson‘s correlation 用於驗證年齡和性別是否對他們的表現有任何關係。通過 SPSS 27.0 進行統計分析。統計顯著性水平設定為 0.05。

8.3 初步結果

儘管樣本數量相對較小，但來自餐飲業和住宿行業的 21 名非跌倒者的初步結果顯示，我們的運動干預對改善工人的平衡控制有顯著效果。表 8.1 總結了所有評估的干預前和干預後得分的平均值和標準差。雖然他們的功能伸展位移和 JISHA 問卷得分沒有顯著改善，但他們的靜態平衡控制、動態平衡控制、敏捷性和腿部肌肉力量（$p<0.05$）均有明顯改善。

另一方面，性別（r^2 =0.01-0.411，p's>0.064）和年齡（r^2 =0.00-0.113，p's >0.136）對我們所測量的項目沒有顯著影響。

表 8.1. 為期 12 週的漸進及多模式預防跌倒運動計劃的結果

	測試前	測試後	p value
跌倒風險			
• JISHA STF 風險評估測試（簡體）*（總分）*	1.48±0.98	1.24±0.44	p=0.135
靜態平衡			
• 閉眼單腿平衡測試，慣用腿 *（秒）*	11.7±16.0	21.0±27.6	p=0.007 **
• 閉眼單腿平衡測試，非慣用腿 *（秒）*	11.7±14.4	19.1±24.6	p=0.022 *
動態平衡			
• 功能性伸展測試 *（佔身高的百分比）*	17.9±4.1	18.6±3.1	p=0.291
• Y 平衡測試，優勢腿 *（佔身高的百分比）*	1.20±0.21	1.47±0.21	p<0.001 ***
• Y 平衡測試，非慣用腿 *（佔身高的百分比）*	1.21±0.21	1.47±0.24	p<0.001 ***
敏捷性			
• 四方格測試 *（秒）*	6.92±1.59	5.57±1.13	p<0.001 ***
腿部肌肉力量和爆發力			
• 五次坐立測試 *（秒）*	8.33±2.42	5.99±1.19	p<0.001 ***

註：數值以平均值±標準差表示；統計顯著性水平設定為 0.05；* <0.05，**<0.01，***<0.001。

8.4 初步討論

本研究是少數分析多模式預防跌倒運動干預有效性的研究之一，旨在降低在工作場所的跌倒風險。所有參加者都能夠完成為期 12 週的運動干預，而沒有任何不良影響。試點研究表明，本研究的防跌運動方案在改善以前沒有跌倒經歷的工人的平衡控制能力方面是可行且有效的。此外，我們證實本研究所採用的評估方法適用於量化工人的進步程度，因為即使對於也沒有高限效應（ceiling effect），並且對測試他們平衡能力的變化也很敏感。儘管他們的 JISHA 分數沒有提高，但這是意料之內的，因為問卷的一些問題是關於他們的生活和工作環境/性質而這些在訓練期間變化不大。

本研究的運動干預不但有效改善健康成年人的平衡控制能力，而且在樣本量不高的情況下，非跌倒者參與者都獲得如此巨大的改善。我們預計有跌倒經驗者會有類似或更大的改善，因為他們在防跌方面有更大的改善空間。根據試驗數據（效應值>0.6），使用 G*Power（α=0.05 和 power=0.80）估計我們只需要招募至少 76 名受試者即可確定我們的預防跌倒計劃的有效性。保守起見，我們建議招募 100 名參加者進行定群研究。為了具有更大的普遍性，需要更多來自建築行業的工人，因為他們來自對體力要求最高的工作環境之一，並且可能對我們的訓練方案做出更不同的反應。

8.5 結論

這項試點研究確認了在工作場所進行預防跌倒計劃在工作場所的可行性和有效性。在定群研究中，我們會增加參加者數目及行業以確定防跌運動干預措施的有效性。

9 定群研究

9.1 概述

在這項研究中，我們目標是評估為期 12 週的漸進及多模式預防跌運動訓練計劃的有效性。我們假設工人的平衡控制能力在 12 週運動訓練後會得到顯著改善。

9.2 方法

9.2.1 參加者

此項研究招募來自不同行業的工人。根據跌倒機率較高的行業，建造業和餐飲業的工人會被優先考慮，我們同時也招募其他行業的工人。所有參加者在參與實驗之前都提供了書面同意書。所有程序均按照赫爾辛基宣言進行，並經香港中文大學聯合新界東聯網臨床研究倫理委員會批准。

9.2.2 訓練方案

為了盡量減少不同組中同齡人的干擾，他們被隨機分配到實驗組和對照組。實驗組將進行 12 週的漸進及多模式運動干預，而對照組將進行 12 週的伸展運動，這些運動對改善平衡控制的效果很小。兩組的運動訓練總量相似。手機應用程式（Virtual Trainer，見第 7 章）提示每位參加者在他們預設的時間段內進行每天兩次 10-15 分鐘的訓練，每週進行五天。正如第 6 章所討論的，實驗組被要求在當天的第一節訓練（即通常在工作之前）進行靜態平衡訓練，並在當天的第二節訓練（即通常是他們的休息時間）進行動態平衡訓練或阻力訓練時間或下班後）。每組的訓練模式（即靜態平衡、動態平衡和阻力訓練）的難度和強度將每兩週逐漸增加，以最大程度地適應肌肉骨骼和感覺系統不斷增加的壓力。

9.2.3 評估

所有參加者會經過我們事先訓練過的研究人員進行了兩次評估（即在運動干預之前和之後）。除了使用日本中央勞動災害防止協會（JISHA）開發的簡化 STF 風險評估測試（日本工業安全與健康協會，2010）來確定個人在工作場所的跌倒風險（表 9.1）外，與試點研究相同（第 8 章），還使用了五項額外的身體評估，當中會包括：

1. 靜態平衡控制
    - *閉眼單腿平衡測試：*站立時間越長越好
2. 動態平衡控制
    - *功能性伸展測試：*手臂伸展距離越遠越好
    - *Y-balance 測試：*腿伸得越遠越好
3. 敏捷性
    - *四方格測驗：*任務完成時間越快越好
4. 肌肉力量和力量
    - *五次椅上坐立測試：*任務完成時間越快越好

本研究採用上述所採用的測試（圖 8.1）而不是更常用的 Berg 平衡量表（BBS）、Tinetti Mobility Score（TMS）和 Mini Evaluation Systems Test（Mini BESTest）是因為這些評估主要是為老年人或康復所設計的，所以這些測試對一般在職者會有高限效應。

9.2.4 統計分析

使用年齡和性別作為協變量，雙向重複測量 ANCOVA 用於確定時間（即前測與後測）和組別（即實驗組與對照組）的主要和交互作用。如果違反了 ANCOVA 檢驗的任何假設，則將使用排名轉換的 ANCOVA 作為非參數替代方案。Paired sample t-test 或 Wilcoxon signed-rank test（如果數據不是正態分佈的）用於確認事後分析中實驗組和對照組的變化。此外，使用具有相同協變量的相同分析來確定實驗組中時間（即前測與後測）和行業（即

餐飲與建造）的主要影響和交互影響。通過 SPSS 27.0 進行統計分析。統計顯著性水平設定為 0.05。

表 9.1. 簡化的 JISHA 跌倒風險問卷

Q1	人ごみの中、正面から来る人にぶつからず、よけて歩けますか Can you walk without bumping into a person in a crowd? 你能在人群中行走而不撞到迎面而來的人嗎？
Q5	片足で立ったまま靴下を履くことができると 思いますか Can you put on your socks while standing on one leg? 你能夠單腳站立時穿襪子嗎？
Q11	自宅で、バリアフリー化、手すりの設置、床や階段の滑り止めなどの対策をとっていますか Have you taken fall prevention measures such as construction of barrier-free environments or railings at home? 你有否在家中採取預防跌倒的措施嗎？例如建造無障礙環境或安裝扶手。
Q12	仕事をしている最中に走ることはありますか Do you run while at work? 你在工作時有跑動嗎？
Q18	ここ1年間で、仕事中に転んだことがありますか Have you fallen at work in the past year? 在過去一年中，你曾經在工作時跌倒嗎?
Q25	相手の話を聞きながら返答を考えることができますか Can you think of an answer to a person's question while listening to him or her talk? 你能在別人跟你說話時想到回應嗎？

9.3 結果

來自建造、餐飲、交通和保安行業一共有 105 名工人參與了這項研究。其中，有 12 名參加者因與 COVID 相關的原因、移民、職業變動和繁忙的工作日程而退出研究。因此，最終數據分析包含 N=93 名參加者，其中實驗組有 41 名，對照組有 52 名（表 9.2）。統計測試顯示兩組之間的在人口統計學和基線值方面沒有差異。

表 9.2. 參與者的人口統計數據

	實驗組	對照組
否	41	52
年齡（歲）	37.73 ± 10.60	43.87 ± 13.39
性別	25 男 / 16 女	27 男/25 女
身高（厘米）	167.73 ± 10.27	164.88 ± 10.55
重量（公斤）	68.87 ± 13.48	63.97 ± 12.48
職業	餐飲業：21 建造業：20 其他：0	餐飲業：12 建造業：32 其他：8*
* 其他：運輸業（2），製造業（2），保安（3），社工（1）		

9.3.1 實驗組與對照組

考慮到年齡和性別等協變量的影響，在時間×組別相互作用分析結果顯示實驗組在靜態平衡控制（即閉眼單腿平衡測試；p's=0.008-0.022）、動態平衡控制（即 Y 平衡測試；p's<0.001）、敏捷性（即四方格踏步測試；p<0.001）和腿部肌肉力量和爆發力（即五次椅上坐立測試；p<0.001）與對照組比較有較大的改善。事後分析顯示，實驗組在上述所有評估中都有顯著改善 (p's≤0.001-0.010)。然而，對於 JISHA 問卷和功能範圍測試評估，並沒有發現顯著的主效應或交互作用。結果匯總參見表 9.3 。

表 9.3. 我們為期 12 週的漸進及多模式預防跌倒運動干預計劃的效果

	實驗組		對照組		相互作用
	前測	後測	前測	後測	p 值
跌倒風險					
• JISHA STF 風險評估測試（簡體）*（總分）*	1.46 ±0.84	1.37 ±0.58 p=0.378	1.37 ±0.84	1.44 ±0.77 p=0.399	p=0.135
靜態平衡					
• 閉眼單腿平衡測試，優勢腿 *（秒）*	15.8 ±22.3	25.9 ±30.6 p<0.001***	17.0 ±16.4	17.8 ±16.3 p=0.692	p=0.008 **
• 閉眼單腿平衡測試，非優勢腿 *（秒）*	15.7 ±20.7	28.6 ±43.5 p=0.011*	15.5 ±17.0	15.6 ±15.1 p=0.937	p=0.022 *
動態平衡					
• 功能性伸展測試 *（% 身高）*	19.1 ±4.0	19.8 ±3.6 p=0.196	19.4 ±4.1	19.5 ±3.2 p=0.756	p=0.387
• Y 平衡測試，優勢腿 *（身高）*	1.24 ±0.18	1.43 ±0.18 p<0.001***	1.23 ±0.17	1.26 ±0.17 p=0.010*	p<0.001 ***
• Y 平衡測試，非優勢腿 *（身高）*	1.25 ±0.18	1.43 ±0.20 p<0.001***	1.24 ±0.17	1.26 ±0.17 p=0.065	p<0.001 ***
敏捷性					
• 四方格踏步測試 *（秒）*	6.83 ±1.46	5.82 ±1.28 p<0.001***	7.16 ±2.09	7.31 ±1.63 p=0.399	p<0.001 ***
腿部肌肉力量和爆發力					
• 五次椅上坐立測試 *（秒）*	7.44 ±2.30	6.12 ±1.40 p<0.001 ***	7.43 ±1.86	7.26 ±1.68 p=0.251	p<0.001 ***

注：數值以平均值±標準差表示；下面顯示的 p 值以及前後均值是對組內差異進行事後分析的結果；統計顯著性水平設定為 0.05； * <0.05，**<0.01，***<0.001。

9.3.2 餐飲業與建造業

同樣，在動態平衡控制（即 Star 運動平衡測試；p's≤0.001-0.002）、敏捷性（即四方格踏步測試；p=0.050）和腿部肌肉力量和功率（即五次椅上坐立測試；p=0.004）在考慮了年齡和性別的影響後，這些測試結果顯示餐飲業和建造業這兩個行業的改進表現程度並不相同。事後分析表明，餐飲業組和建造業組在 Y 平衡測試中的表現均有顯著的改善（p<0.001），儘管餐飲業組的改善程度甚至高於建造業工人的優勢腿（dominant leg）和非優勢腿（non-dominant leg）（ p's≤0.001-0.002)。同樣，餐飲業組 (p<0.001) 比建造業工人 (p=0.003) 在敏捷性（即四方格踏步測試）方面有更大的提高。與下肢肌肉有顯著增強的餐飲組 (p<0.001) 有所不同，建造業工人在干預後腿部肌肉力量和爆發力沒有顯著改善 (p=0.372)。單腿平衡測試缺乏顯著的交互作用，這表明這兩個行業的工人在靜態平衡控制方面都有類似的改進。使用 Wilcoxon signed-rank test 的事後分析顯示，餐飲業和建造業的工人改善了他們的優勢腿（餐飲：p=0.002；建造：p=0.002）和非優勢腿（餐飲：p=0.017；建造：p=0.028) 。有關結果摘要，請參見表 9.*4* 。

表 9.4. 我們為期 12 週的漸進及多模式預防跌倒運動干預計劃對餐飲業和建造業的影響

	餐飲業 前測 後測	建造業 前測 後測	相互作用 p 值
跌倒風險			
• JISHA STF 風險評估測試（簡體） *（總分）*	1.48 ±0.98 1.24 ±0.44 p=0.261	1.45 ±0.69 1.50 ±0.69 p=0.330	p=0.973
靜態平衡			
• 閉眼單腿平衡測試， 慣用腿*（秒）*	11.2 ±16.1 20.9 ±27.6 p=0.00 2 **	20.5 ±27.0 31.1 ±30.6 p=0.00 2 **	p=0.941
• 閉眼單腿平衡測試， 非慣用腿*（秒）*	12.2 ±14.4 19.2 ±24.5 p=0.0 17 *	19.3 ±25.7 38.5 ±56.1 p=0.028**	p=0.212
動態平衡			
• 功能性伸展測試 *（% 身高）*	17.9 ±4.1 18.6 ±3.1 p=0.291	20.3±3.5 20.9 ±3.8 p=0.459	p=0.358
• Y 平衡測試，優勢腿 *（身高）*	1.20 ±0.21 1.47 ±0.21 p<0.001***	1.29 ±0.14 1.37 ±0.14 p <0.001 * **	p<0.001 ***
• Y 平衡測試，非優勢腿 *（身高）*	1.21 ±0.21 1.47 ±0.24 p<0.001***	1.29 ±0.13 1.38 ±0.12 p<0.001 ***	p=0.002 **
敏捷			
• 四方格踏步測試 *（秒）*	6.92 ±1.59 5.57 ±1.13 p<0.001***	6.73 ±1.36 6.08 ±1.41 p=0.003**	p=0.050 *
腿部肌肉力量和爆發力			
• 五次椅上坐立測試 *（秒）*	8.33 ±2.42 5.99 ±1.19 p<0.001***	6.50 ±1.79 6.27 ±1.62 p=0.372	p=0.004 **

注：數值以平均值±標準差表示；下面顯示的 p 值以及前後均值是對行業內差異進行事後分析的結果；統計顯著性水平設定為 0.05； * <0.05，**<0.01，***<0.001。

9.4 討論

正如假設的那樣，與對照組相比，經過 12 週漸進及多模式平衡訓練的實驗組在多個領域（即靜態平衡、動態平衡、敏捷性和腿部肌肉力量和爆發力）的平衡控制得到顯著改善，無論他們的年齡和性別。甚至建造業工人的敏捷性也有了顯著提高，靜態和動態平衡控制也得到了增強。這些結果表明，我們的干預計劃適合那些因工作性質或生活習慣比較多走動的人，因為強壯的肌肉組織並不是良好平衡控制所需的唯一因素。我們的研究結果還表明，除了靜態平衡外，在餐飲業工作的人往往比建造業工人有更大的進步，因為這兩個群體在這方面的進步相似。這表明我們為期 12 週的平衡訓練應該為久坐不動或日常活動較少的人提供更大的好處，例如那些主要坐在辦公桌前的人。

儘管在我們的最終分析中只包括 93 名參與者，但我們涵蓋了廣泛的年齡組別（21-74 歲）、跨性別（52 名男性和 41 名女性）以及跌倒發生率最高的兩種行業（建造：52，餐飲：33；表 9.2）。除了 JISHA 和功能伸展測試之外，我們實驗組的參加者在平衡和活動的四個方面都有明顯的顯著改善（表 9.3）。對於靜態平衡，我們的實驗組閉眼單腿站立的時間比訓練前延長了 64.4-82.5%（對照組：0.9-5.0% 的改善）。對於動態平衡，他們可以在干預後用他們的一條腿在三個不同方向上進一步達到 14.2-14.7%（控制：2.0-3.0% 改善）。我們的實驗組在四方格踏步測試中也更加敏捷（實驗組：+14.7% vs. 對照組：-2.1%）並且腿部肌肉組織明顯更強壯，從而更快完成五次椅上坐立測試（實驗：+17.7% 對比對照：+2.3%）。是項干預措施在短短 12 周內非常有效地改善了來自不同年齡組和行業的眾多工人的平衡和多方面活動性，令人鼓舞。過去很多人認為只有平衡障礙的老年人才需要預防跌倒計劃；然而，這項研究的結果表明，即使是建造業和餐飲業等對體力要求較高的行業的工人，也可以從循序漸進、多模式平衡培訓計劃中受益。

建造業工人的腿部肌肉力量和爆發力缺乏改善是預料之中的，因為這些人在加入該計劃之前往往腿部肌肉更強壯（表 9.4），因此有較少改善空間。他們需要在阻力訓練模式中使用更高的阻力，以提供足夠的機械刺激促使腿部更明顯地增強肌肉；然而，這不是必需的，因為當他們的平衡受到干擾時，他們通常有足夠的肌肉力量和爆發力來恢復平衡以預防跌倒。最後，JISHA STF 風險評估的前後測試沒有明顯改善，因為當中一些問題與參加者的家庭和工作環境有關，而不是與他們的平衡控制有關。此外，由於幾乎所有參加者在加入我們的研究之前均沒有明顯的平衡障礙和工作場所跌倒歷史，因此預計他們在干預後仍將是 JISHA STF 風險評估測試確定的低風險跌倒者。同樣，他們在功能性伸展測試的觸碰距離沒有改善可歸因於我們的訓練更多地關注他們的平衡控制而不是一般的靈活性，這也需要顯著改善他們的距離位移。此外，有時參與單位提供的評估場地不夠理想，使我們的研究人員很難準確測量工人的功能性觸碰距離（例如沒有合適的牆來貼上我們的測量工具）。儘管如此，隨著靜態平衡控制、動態平衡控制、靈活性和腿部力量等的臨床評估有明顯改善，我們為期 12 週的預防跌倒計劃可以幫助來自不同行業的工人降低跌倒風險。

從實驗組高度遵從我們的干預計劃可見，通過將每週兩小時(Donath et al., 2016)分為 10 個間隔以 10-15 分鐘的簡短平衡訓練（即每天 2 節，每週 5 天），來自不同行業的工人容易把這個非常有效的預防跌倒計劃融入了他們的日常生活。我們應大力推廣此項運動計劃，尤其是跌倒發生率較高的行業，如建造、餐飲、製造和保安行業。另外參加者沒有任何因接受此項運動訓練而帶來不良影響表明，我們的計劃對於各個行業的不同年齡和性別的工人來說都是安全可行的。儘管我們的結果表明無論參加者的年齡和性別如何，我們的干預都是有效的，但反應較慢且跌倒風險較高的年長員工更迫切需要加強他們的平衡和步態控制，以預防可能引致的工作場所 STF 所造成嚴重的身體損傷和經濟損失。完成為期 12 週的預防跌倒干預計劃後，參加者可以選擇繼續按照我們的建議進行最高難度級別的訓練，以保持或進一步提高他們的平衡控制能力。或者，他們可以選擇至少每年重複我們為期 12 週的預防跌倒計劃，以盡量減少隨年齡而下降的平衡控制力。

在研究期間，我們注意到管理層的支持是工人參與的重要因素。如果沒有管理層的支持，工人將需要在下班後抽出時間完成兩節運動訓練。對於工作時間長、工作量大的工人來說，這可能比較困難，因為他們太累了，無法在下班後進行額外的體能活動。因此，為了充分發揮我們干預的有效性，因此，我們希望管理層為其員工分配時間段以進行預防跌倒練習（例如，在工作開始前和午餐/晚餐休息後）。在我們的研究中，參加計劃的建造業工人通常在早上開始在建築工地工作之前進行大約 10-15 分鐘的熱身訓練，訓練“八段錦”(Daduanjin)。因此，這些參加者相對容易分配運動時間來執行我們的干預。建議其他行業亦可仿效建造業的做法，尤其是跌倒風險較高的行業，以盡量減少意外發生率。

9.4.1 局限性

這項研究的其中一個局限性是我們無法招募到許多有跌倒歷史或有明顯平衡障礙的參加者。儘管如此，我們的研究表明，即使是非跌倒者在經過 12 週的訓練後也能在平衡控

制方面有重大的改善，毫無疑問，平衡能力受損的跌倒者在降低摔倒風險方面將會獲得更大的好處。另一個局限性是我們沒有研究訓練強度對我們訓練計劃整體效果的影響。儘管我們應該保持規律訓練習慣，然而根據其他研究，整體訓練量（即訓練總節數）應該比訓練頻率（即訓練的頻率）更重要（Grgic et al., 2018）。因此，就算工人需要比實驗時的 12 週時間更長來完成整個干預（即 60 節靜態平衡訓練、30 節動態平衡訓練和 30 節阻力訓練），那還是可以接受的。在將來的研究將需要確定群組的最佳訓練量(例如干預訓練量及頻率等)反應及其關係，以及不同組合的運動模式（例如靜態：動態：阻力 = 60:30:30 與 30:60:30、30:30:60、60:60:0 等）。

9.5 結論

我們為期 12 週的漸進式、多模式預防跌倒訓練干預計劃通過網上示範影片和提醒有效地改善了建造業和餐飲業等高跌倒風險行業工人的平衡和活動能力。結果表明，我們的干預對那些缺乏運動的人可能更有效，因為他們有更大的改善空間。職安局應積極考慮向所有跌倒發生率高的行業（即建造業、餐飲業、製造業和保安業）推廣這項防跌運動。未來的研究可深入分析平衡力的改善如何影響工作場所的 STF 的意外率，以及我們預防跌倒計劃的持續性。

10 業界訪談

在定群研究完成後，本研究進行了與業界代表訪談，以收集對建造業和餐飲業僱主僱員對工作場所 STF 意外的意見，以及未來向工人推廣我們的運動計劃的潛在策略。由於 COVID-19 大流行，這些採訪是通過電話而不是面對面進行的。

10.1 受訪者

我們訪問了「飲食業總工會（EEEGU）」和「現代管理（飲食）專業協會（ARM）」和「香港建造業總工會（HKCIEGU）」和「香港建築業承建商聯會（GBCA）」。

10.2 工作場所滑倒、絆倒和跌倒的影響和原因

由於工作人口老化和人力短缺，受訪代表都認為工作場所滑倒、絆倒和跌倒是他們所在行業中最普遍和最嚴重的問題之一。由於人手短缺，緊迫的工作可能會導致步行速度加快和行為草率，這會限制他們評估環境危害的能力並增加跌倒的風險。具體來說，餐飲業從業員往往不得不面對空間有限、視野受阻、地面濕滑等諸多環境隱患。此外，餐飲業缺乏經驗豐富的工人進一步加劇了問題，因為新入職工人往往缺乏足夠的安全意識，亦對透過保持整潔有序的工作場所來避免或盡量減少工作場所跌倒危險缺乏認識。同樣，建造行業的工人也必須應對複雜的建築工地，這對他們較年長的工人來說可能是一項挑戰，因為年長的工人通常肌肉較弱，反應速度較慢。

現代管理（飲食）專業協會代表表示加强環境改善措施（例如工作場所整理等）及有效監督改善工作場所 STF 意外，但比較難執行，因為人手不足，工人難以顧及這些措施，並强調個人防護裝備如防滑鞋對減少 STF 意外的重要性。承建商會代表雖認為工作場所滑倒、絆倒和跌倒不算嚴重，但認為值得改善。他們兩位代表指出了共通的相關風險因素：

工地整潔、工人經驗、安全意識、個人防護裝備（PPE）的使用等。此外，他們均提及工作人口正在老化，認為與年齡相關的肌肉退化會影響他們的生產力，但不一定會導致工作場所事故率增加。

10.3 降低跌倒風險的現行做法

目前，這兩個行業的工人都被鼓勵使用個人防護裝備(PPE)來降低跌倒和受傷的風險。餐飲業普遍使用防滑地板材料及鼓勵員工穿防滑鞋。安全早會和早操（八段錦）是建造業的一些安全措施，這些措施多在承接各政府部門的公共項目工地實施，認爲私營地盤亦應仿效這些做法。

10.4 促進我們在工作場所進行運動干預的策略

所有受訪者都同意預防跌倒非常重要，尤其是對年長的工人而言。其中有代表指出工人由於工作時間長和工作強度大，相對比較累，較難在閒暇時間進行運動訓練。所有受訪代表均推廣我們的預防跌倒計劃。他們認為 WhatsApp 和 YouTube 可用於與員工分享運動視頻，以提高安全意識並激勵員工進行我們的預防跌倒練習。兩位建造業代表均認為「防跌運動」可與現行的早操（如八段錦）配合或輪流做，因爲工友已習慣工地的早操習慣。建總更建議可在其訓練中心的課程內加入運動，如在上課前（10-15 分鐘）進行運動，對增强工人的防跌意識有積極作用。建造商會代表認爲運動方案對工人有好處且成本低，他們認為改變工人的心態至關重要，因為一旦工人意識到我們的培訓計劃的有效性，他們就會自我激勵進行運動訓練。受訪者還強調了干預訓練靈活性十分重要，因為建造業和餐飲業的工人工作時間長，有時甚至不規律。

10.5 結論

通過這些訪談收集到的大部分意見與我們通過文獻綜述得出的結論相符。由於工作人口老化，需要有效的預防跌倒計劃，以減少工作場所的滑倒、絆倒和跌倒事故。目前，大多數預防跌倒策略主要集中在環境問題上。儘管這些安全措施對於減少工作場所的跌倒風險極為重要，但同樣重要的是要重視個人的平衡訓練，以便他們有能力應對可能導致失去平衡的意外事件。隨著工作人口老化，許多工人不可避免地會出現因年齡而減弱的肌肉力量和爆發力，以及神經肌肉所控制的平衡和步態的弱化。因此，我們必須通過各種方式教育他們，提高他們的意識，讓他們參與我們的運動干預，以降低他們跌倒的風險。這可以通過職安局、政府、工會和其他協會來完成。可以舉辦講座和研討會，讓工人或未來的工人了解預防工作場所滑倒、絆倒和跌倒的重要性。此外，通過使用我們設計的 10-15 分鐘短時間小練習來預防跌倒，可以更靈活地適用於個人繁忙的工作時間表。

11 結論

研究期間適逢前所未有的事件（即 2019 年 6 月至 2020 年 1 月的大規模社會運動和 2020 年初以來的 COVID-19 大流行）並爲本研究的工作帶來了巨大挑戰，例如大學長期關閉和工作環境受到限制。儘管如此，我們的團隊最終能完成此項研究，藉此感謝職業安全健康局（OSHC）的耐心及協助，我們在報告中對工作場所 STF 的現狀和風險因素以及不同類型的運動干預措施進行了詳細的回顧及分析（即此報告的第 3、4 和 5 章）。

工作場所 STF 是香港最常見的職業傷亡個案（約佔各類職業傷亡個案的 30%）。每年，每 10,000 名工人中約有 25-30 名工人因滑倒、絆倒或跌倒而受傷。製造業、建造業和餐飲業的事故率最高。與其他地區相比，香港在過去十年工作場所跌倒的非致命個案事故率相對較高。隨著工作人口的老化，預計未來工作場所 STF 的事故率、嚴重程度和經濟負擔將會上升。

以往的研究已經確定了許多與工作場所跌倒相關的風險因素，這些因素可分為環境/外在因素、人為/內在因素、工作相關因素和管理因素。根據我們與業界的訪談，表面不平坦或濕滑、環境密集等外在因素似乎是香港許多跌倒事故的主要原因。此外，人手短缺導致工作節奏加快、所聘用的工人經驗不足安全意識較低，也是造成問題的原因之一。最後，所有受訪者都承認勞動力老化在不同行業很普遍，而且與年齡相關的神經肌肉變化會影響他們在受到干擾時維持和恢復平衡的能力。

過去，大部分研究都針對降低老年人（即 65 歲以上）的跌倒風險。很少有研究調查改善僱員個人平衡力的方法。然而，隨著人口老化，工作人口和老年人口的界限已經含糊。一些關於人口老化的研究發現可能適用於工作場所。先前的研究表明，多模式運動干預在降低跌倒風險和跌倒發生率方面比單一模式更有效。根據我們的調查，發現(1)步態、平

衡和功能訓練，(2)阻力，(3)三維（例如太極拳）運動，以及(4)雙重任務訓練是納入有效的預防跌倒計劃最重要的元素。因此，我們的專家團隊開發了一種多模式運動干預，旨在改善來自不同行業的工人的靜態和動態平衡控制。

本研究為期 12 週的培訓計劃包括 (1)步態和功能平衡訓練，(2)阻力訓練，(3)三維（如太極拳）運動，以及(4)雙重任務訓練，要求工人每天訓練兩次（每次大約 10-15 分鐘）每週五天。雙重任務模式被納入我們的計劃，以誘導大腦中的神經可塑性。此外，為了盡量減少適應效果，訓練任務每兩週逐漸變得更具挑戰性。手機應用程式用於提醒參與者根據自己方便的時間表進行訓練。在我們的試點研究中證明了運動干預的可行性後，我們對 93 名工人進行了定群研究，以調查我們為期 12 週、漸進式、多模式預防跌倒計劃的有效性。結果顯示，來自不同行業的參與者在平衡控制的多個領域（即腿部肌肉力量和爆發力、敏捷性以及靜態和動態平衡控制）都得到了顯著改善。這尤其令人鼓舞，因為幾乎所有參與者都是沒有平衡障礙和跌倒歷史的健康個體。因此，平衡和步態控制能力較差的老年工人將獲得比我們的定群研究中顯示的更大的益處。從我們的文獻回顧及與業界的訪談中，我們了解到當前的安全實踐更加強調減少環境危害。因此，我們的研究填補了一個重要的空間，加強個人保持平衡的能力，並在處理可能導致他們失去平衡的意外事件時做好更充分的準備。根據我們在這項研究中的發現，我們為職安局提供了一份建議清單，以減少香港的工作場所滑倒、絆倒和跌倒意外（**第 12 章**）。

12 建議

通過網上示範影片和提醒，為期 12 週的漸進及多模式預防跌倒訓練計劃，可以有效改善工作環境下工人的平衡和移動控制。建議職安局把我們在這計劃中所得的結果對外宣傳，以儘量擴大受惠人數，以降低香港工人跌倒的風險和意外發生。以下是我們的建議：

1. 舉行新聞發布會和公眾研討會，以教育公眾了解這項顧問研究的結果；

2. 在職安局網站上設立一個專門關於工作場所跌倒資訊的網上鏈接，以傳播與工作場所跌倒相關的信息以及我們所有的運動示範影片；

3. 向各行各業，特別是建造業、餐飲業、製造業和保安業提供預防跌倒的職安健培訓課程；

4. 預防跌倒應該是所有相關安全培訓課程的主題。講師應就對各種環境、工作相關和管理因素的策略對所有參加者進行教育；

5. 鑑於跌倒歷史是再次跌倒的主要風險因素，職安局可與勞工處及工會合作，聯絡曾在工作場所跌倒的人士，並在他們傷癒後參與我們的運動計劃；

6. 建議職安局與工業貿易署、各承建商/製造商會及工會溝通，教育僱主應重視工人安全和預防工作場所跌倒，以及推廣我們的預防跌倒計劃給他們的員工；

7. 與建造業一樣，其他跌倒風險大的行業（如餐飲業、製造業、保安業等）也建議設立指定的運動時段進行預防跌倒運動；

8. 應該開發一個手機應用程式來向那些有興趣參加干預計劃的人發送運動視頻和提醒。該應用程式還可用於跟踪跌倒發生率並以進行跟進，或納入干預措施以預防其他類型的工傷。

12.1 其他注意事項

雖然我們沒有研究訓練頻率對我們干預的整體有效性的確切影響，但我們認為整體訓練量（即 2 × 5 × 12 = 120 次訓練）應該比訓練頻率（即每天 2 次訓練）發揮更重要的作用，每週 5 天）以降低參與者跌倒的風險。因此，如果一個工人很難抽出時間每天訓練兩次，每週訓練五天，我們建議他/她每週盡可能多的訓練，並將運動時間延長至更長的時間。例如，如果一個人每天只能抽出 15 分鐘，每周 5 天，他/她應該每天交替進行靜態平衡、動態平衡和阻力訓練這三種訓練模式，並利用更長的時間完成整個訓練（即 24 週而不是 12 週，每四週進入下一個難度級別而不是每兩週）。這將為那些工作繁忙且太累而無法進行頻繁運動訓練的人提供更大的靈活性。或者，那些可以騰出較長時間運動的人可以將兩個運動環節合併為一個較長的環節（即靜態+動態 或 靜態+阻力），這樣他們每天只需要訓練一次。

此外，如我們的定群研究所示，那些肌肉力量較大的人不會從阻力訓練中獲得太多好處。由於這些人擁有更強的肌肉力量和爆發力來控制姿勢和步態，這些阻力訓練對改善他們的平衡和步態控制的影響微乎其微，故此專注於改善他們的靜態和動態平衡控制對他們來說反而會更有益。

13 鳴謝

此研究項目由職業安全健康局委托香港中文大學體育運動科學系進行。我們鳴謝香港理工大學生物醫學工程學系研究助理教授鄭植之博士及香港中文大學體育運動科學系許世全教授及其研究團隊參與是次研究並提供寶貴意見。

研究團隊：

項目經理：

鄭植之博士 BASc, MASc, PhD

香港理工大學生物醫學工程學系研究助理教授 (2022-至今)
香港中文大學生物醫學工程學系研究員 (2019-2022)

項目負責人和研究主管（運動學專家）：

許世全教授, BPE, MSc, EdD, FACSM, FAAHPERD

香港中文大學體育運動科學系教授

研究主管（醫學專家）：

張穎愷教授, BSc (Hons), PhD, PgCert (Biostatistics)

香港中文大學矯形外科及創傷學系教授

研究主管（公共衞生研究專家）：

謝立亞教授, BMed, PgDip (Occ Hyg), PhD, ICOH (member), FHKIOEH (fellow)

香港中文大學賽馬會公共衞生及基層醫療學院職業及環境健康學部教授

研究助理：

陳諾筠小姐, 香港中文大學

黃重仁先生, 香港中文大學

14 參考資料

Agnew, J., & Suruda, A. J. (1993). Age and fatal work-related falls: short note. *Human Factors, 35*(4), 731-736.

Al-Yahya, E., Dawes, H., Smith, L., Dennis, A., Howells, K., & Cockburn, J. (2011). Cognitive motor interference while walking: a systematic review and meta-analysis. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews, 35*(3), 715-728.

Association of Workers' Compensation Boards of Canada (n.d.). National Work Injury, Disease and Fatality Statistics 2007- 19. Retrieved from http://awcbc.org/?page_id=87.

Astrand, P. O., & Rodahl, K. (1986). Textbook of work physiology New York. *NY: McGraw-Hill*.

Australian Bureau of Statistics (2022). Employed people, Australia, August 1966 to October 2022, Seasonally adjusted. Historical charts from August 1966 to October 2022. Retrieved from https://www.abs.gov.au/articles/historical-charts-august-1966-october-2022#labour-force-historical-data.

Ball, K. K., Beard, B. L., Roenker, D. L., Miller, R. L., & Griggs, D. S. (1988). Age and visual search: expanding the useful field of view. *Journal of the Optical Society of America A, 5*(12), 2210-2219.

Bayot, M., Dujardin, K., Tard, C., Defebvre, L., Bonnet, C. T., Allart, E., & Delval, A. (2018). The interaction between cognition and motor control: a theoretical framework for dual-task interference effects on posture, gait initiation, gait and turning. *Neurophysiologie Clinique, 48*(6), 361-375.

Beauchet, O., Annweiler, C., Allali, G., Berrut, G., Herrmann, F. R., & Dubost, V. (2008). Recurrent falls and dual task–related decrease in walking speed: is there a relationship?. *Journal of the American Geriatrics Society, 56*(7), 1265-1269.

Bentley, T. (2009). The role of latent and active failures in workplace slips, trips and falls: an information processing approach. *Applied Ergonomics, 40*(2), 175-180.

Bentley, T., Tappin, D., Moore, D., Legg, S., Ashby, L., & Parker, R. (2005). Investigating slips, trips and falls in the New Zealand dairy farming sector. *Ergonomics, 48*(8), 1008-1019.

Bentley, T. A. (1998). Slip, trip and fall accidents occurring during the delivery of mail. *Ergonomics, 41*(12), 1859-1872.

Bentley, T. A., & Haslam, R. A. (2001). A comparison of safety practices used by managers of high and low accident rate postal delivery offices. *Safety Science, 37*(1), 19-37.

Bentley, T. A., Hide, S., Tappin, D., Moore, D., Legg, S., Ashby, L., & Parker, R. (2006). Investigating risk factors for slips, trips and falls in New Zealand residential construction using incident-centred and incident-independent methods. *Ergonomics, 49*(1), 62-77.

Bentley, T. A., & Haslam, R. A. (2001). Identification of risk factors and countermeasures for slip, trip and fall accidents during the delivery of mail. *Applied ergonomics, 32*(2), 127-134.

Black, S. E., Maki, B. E., & Fernie, G. R. (1993). Aging, imbalance and falls. *The Vestibulo-ocular Reflex and Vertigo*, 317-335.

Brandt, T., & Dieterich, M. (1993). Vestibular falls. *Journal of Vestibular Research: equilibrium & Orientation, 3*(1), 3-14.

Buchner, D. M., Cress, M. E., De Lateur, B. J., Esselman, P. C., Margherita, A. J., Price, R., & Wagner, E. H. (1997). The effect of strength and endurance training on gait, balance, fall risk, and health services

use in community-living older adults. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences, 52*(4), M218-M224.

Buck, P., & Coleman, V. (1985). Slipping, tripping and falling accidents at work: a national picture. *Ergonomics, 28*(7), 949-958.

Bureau of Labor Statistics of the United State (2018a). Fall lower level: Table. United States Department of Labor. Retrieved from https://docs.google.com/spreadsheets/d/e/2PACX-1vSe-PEDJ01kwSXdj925zr9AVWNATsV6VRoT2tXagmnOHrT5E41lbTUlx5aNQdFe3diSIvzI-bmLJh-q/pubhtml

Bureau of Labor Statistics of the United State (2018b). Fall same level: Table. United States Department of Labor. Retrieved from https://docs.google.com/spreadsheets/d/e/2PACX-1vQx9n0rv5ylERTuCFLb7Yo0q1KQmI0mdJKPSVyINbZ1vU4IIbda5T1RMptAIHuBuxT4SqN6AIrYFiJa/pubhtml.

Bureau of Labor Statistics of the United State (2018c). Resource Tables. United States Department of Labor. Retrieved from https://www.bls.gov/iif/oshcdnew.htm.

Cadore, E. L., Pinto, R. S., Bottaro, M., & Izquierdo, M. (2014). Strength and endurance training prescription in healthy and frail elderly. *Aging and Disease, 5*(3), 183.

Campbell, A. J., Borrie, M. J., & Spears, G. F. (1989). Risk factors for falls in a community-based prospective study of people 70 years and older. Journal of Gerontology, 44(4), M112-M117.

Campbell, A. J., Robertson, M. C., Gardner, M. M., Norton, R. N., Tilyard, M. W., & Buchner, D. M. (1997). Randomised controlled trial of a general practice programme of home based exercise to prevent falls in elderly women. *BMJ, 315*(7115), 1065-1069.

Caroly, S., Coutarel, F., Escriva, E., Roquelaure, Y., Schweitzer, J., & Daniellou, F. (2008). La prévention durable des TMS: Quels freins? Quels leviers d'action?.

Census and Statistics Department. (2015). Hong Kong Population Projections 2015-2064. HKSAR

Census and Statistics Department of Hong Kong (2019). *Quarterly Report of Employment and Vacancies Statistics*. The Government of the Hong Kong Special Administrative Region Retrieved from https://www.censtatd.gov.hk/hkstat/sub/sp452.jsp?productCode=B1050003.

Census and Statistics Department of Hong Kong (2019). Hong Kong Statistics: Table 008 : Labour Force and Labour Force Participation Rate - By Age Group, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region. Retrieved from https://www.censtatd.gov.hk/hkstat/sub/sp200.jsp?tableID=008&ID=0&productType=8.

Census and Statistics Department of Hong Kong (2022). Quarterly Report on General Household Survey, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region. Retrieved from https://www.censtatd.gov.hk/en/EIndexbySubject.html?pcode=B1050001&scode=500.

Cham, R., & Redfern, M. S. (2001). Lower extremity corrective reactions to slip events. *Journal of Biomechanics, 34*(11), 1439-1445.

Chan, A. P., Wong, F. K., Chan, D. W., Yam, M. C., Kwok, A. W., Lam, E. W., & Cheung, E. (2008). Work at height fatalities in the repair, maintenance, alteration, and addition works. *Journal of Construction Engineering and Management, 134*(7), 527-535.

Chang, W. R., Leclercq, S., Lockhart, T. E., & Haslam, R. (2016). State of science: occupational slips, trips and falls on the same level. *Ergonomics, 59*(7), 861-883. doi:10.1080/00140139.2016.1157214

Chang, W. R., Matz, S., & Chang, C. C. (2012). Stochastic distribution of the required coefficient of friction for level walking-an in-depth study. *Ergonomics, 55*(8), 937-945.

Chau, N., Gauchard, G. C., Siegfried, C., Benamghar, L., Dangelzer, J. L., Français, M., . . . Mur, J. M. (2004). Relationships of job, age, and life conditions with the causes and severity of occupational injuries in construction workers. *International Archives of Occupational and Environmental Health, 77*(1), 60-66.

Cheng, K. C., McKay, S. M., King, E. C., & Maki, B. E. (2012). Does aging impair the capacity to use stored visuospatial information or online visual control to guide reach-to-grasp reactions evoked by unpredictable balance perturbation? The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences, 67(11), 1238-1245.

Cheng, K. C., Pratt, J., & Maki, B. E. (2013). Do aging and dual-tasking impair the capacity to store and retrieve visuospatial information needed to guide perturbation-evoked reach-to-grasp reactions? PLoS One, 8(11), e79401.

Chi, C. F., Chang, T. C., & Ting, H. I. (2005). Accident patterns and prevention measures for fatal occupational falls in the construction industry. *Applied Ergonomics, 36*(4), 391-400.

Chiou, S. Y., Bhattacharya, A., & Succop, P. A. (1996). Effect of workers' shoe wear on objective and subjective assessment of slipperiness. *American Industrial Hygiene Association Journal, 57*(9), 825-831.

Chodzko-Zajko, W. J., Proctor, D. N., Singh, M. A. F., Minson, C. T., Nigg, C. R., Salem, G. J., & Skinner, J. S. (2009). Exercise and physical activity for older adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 41*(7), 1510-1530.

Clemson, L., Mackenzie, L., Ballinger, C., Close, J. C., & Cumming, R. G. (2008). Environmental interventions to prevent falls in community-dwelling older people: a meta-analysis of randomized trials. *Journal of Aging and Health, 20*(8), 954-971.

Cloutier, E., & Champoux, D. (2000). Injury risk profile and aging among Quebec firefighters. *International Journal of Industrial Ergonomics, 25*(5), 513-523.

Cornillon, E., Blanchon, M., Ramboatsisetraina, P., Braize, C., Beauchet, O., Dubost, V., . . . Gonthier, R. (2002). Effectiveness of falls prevention strategies for elderly subjects who live in the community with performance assessment of physical activities (before-after). Paper presented at the Annales de readaptation et de medecine physique: revue scientifique de la Societe francaise de reeducation fonctionnelle de readaptation et de medecine physique (Vol. 45, No. 9, pp. 493-504).

Courtney, T. K., Sorock, G. S., Manning, D. P., Collins, J. W., & Holbein-Jenny, M. A. (2001). Occupational slip, trip, and fall-related injuries--can the contribution of slipperiness be isolated? *Ergonomics, 44*(13), 1118-1137. doi:10.1080/00140130110085538

Courtney, T. K., Verma, S. K., Chang, W. R., Huang, Y. H., Lombardi, D. A., Brennan, M. J., & Perry, M. J. (2013). Perception of slipperiness and prospective risk of slipping at work. *Occupational and Environmental Medicine, 70*(1), 35-40.

Courtney, T. K., Verma, S. K., Huang, Y. H., Chang, W. R., Li, K. W., & Filiaggi, A. J. (2010). Factors associated with worker slipping in limited-service restaurants. *Injury Prevention, 16*(1), 36-41.

Dadgari, A., Hamid, T. A., Hakim, M. N., Chaman, R., Mousavi, S. A., Hin, L. P., & Dadvar, L. (2016). Randomized control trials on Otago exercise program (OEP) to reduce falls among elderly community dwellers in Shahroud, Iran. *Iranian Red Crescent Medical Journal, 18*(5).

Davis, P. (1983). Human factors contributing to slips, trips and falls. *Ergonomics, 26*(1), 51-59.

del-Pino-Casado, R., Obrero-Gaitán, E., & Lomas-Vega, R. (2016). The effect of tai chi on reducing the risk of falling: a systematic review and meta-analysis. *The American Journal of Chinese Medicine, 44*(05), 895-906.

DiDomenico, A., McGorry, R. W., & Banks, J. J. (2016). Stabilisation times after transitions to standing from different working postures. Ergonomics, 59(10), 1288-1293.

Dingwell, J. B., Cusumano, J. P., Cavanagh, P., & Sternad, D. (2001). Local dynamic stability versus kinematic variability of continuous overground and treadmill walking. *Journal of Biomechanical Engineering, 123*(1), 27-32.

DiStefano, L. J., Clark, M. A., & Padua, D. A. (2009). Evidence supporting balance training in healthy individuals: a systemic review. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 23*(9), 2718-2731.

Donath, L., van Dieën, J., & Faude, O. (2016). Exercise-based fall prevention in the elderly: what about agility? *Sports Medicine, 46*(2), 143-149.

Dorfman, M., Herman, T., Brozgol, M., Shema, S., Weiss, A., Hausdorff, J. M., & Mirelman, A. (2014). Dual-task training on a treadmill to improve gait and cognitive function in elderly idiopathic fallers. *Journal of Neurologic Physical Therapy, 38*(4), 246-253.

Dubost, V., Kressig, R. W., Gonthier, R., Herrmann, F. R., Aminian, K., Najafi, B., & Beauchet, O. (2006). Relationships between dual-task related changes in stride velocity and stride time variability in healthy older adults. *Human Movement Science, 25*(3), 372-382.

Egan, W. E., Fisher, D. P., Gerber, L. D., Hatler, B. S., Ernst, G. P., Hall, C., & Henderson, N. (2001). Postural sway of subjects wearing the US Army chemical protective ensemble after functional activity. *Aviation, Space, and Environmental Medicine, 72*(9), 831-835.

Fothergill, J., O'Driscoll, D., & Hashemi, K. (1995). The role of environmental factors in causing injury through falls in public places. *Ergonomics, 38*(2), 220-223.

Fusco, A. (2019). Are multifactorial and multiple component interventions effective in preventing falls in older people living in the community? A Cochrane Review summary with commentary. *Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions, 19*(1), 1.

Gao, C., Holmér, I., & Abeysekera, J. (2008). Slips and falls in a cold climate: underfoot surface, footwear design and worker preferences for preventive measures. *Applied ergonomics, 39*(3), 385-391.

Gauchard, G., Chau, N., Mur, J., & Perrin, P. (2001). Falls and working individuals: role of extrinsic and intrinsic factors. *Ergonomics, 44*(14), 1330-1339.

Gawler, S., Skelton, D. A., Dinan-Young, S., Masud, T., Morris, R. W., Griffin, M., . . . Iliffe, S. (2016). Reducing falls among older people in general practice: the ProAct65+ exercise intervention trial. *Archives of Gerontology and Geriatrics, 67*, 46-54.

Gear, W. S. (2011). Effect of different levels of localized muscle fatigue on knee position sense. *Journal of Sports Science & Medicine, 10*(4), 725.

Gillespie, L. D., Robertson, M. C., Gillespie, W. J., Sherrington, C., Gates, S., Clemson, L. M., & Lamb, S. E. (2012). Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database of Systematic Reviews*(9).

Goh, Y. M., & Love, P. E. (2010). Adequacy of personal fall arrest energy absorbers in relation to heavy workers. *Safety Science, 48*(6), 747-754.

Goodwin, V. A., Abbott, R. A., Whear, R., Bethel, A., Ukoumunne, O. C., Thompson-Coon, J., & Stein, K. (2014). Multiple component interventions for preventing falls and fall-related injuries among older people: systematic review and meta-analysis. *BMC Geriatrics, 14*(1), 15.

Granacher, U., Gollhofer, A., Hortobágyi, T., Kressig, R. W., & Muehlbauer, T. (2013). The importance of trunk muscle strength for balance, functional performance, and fall prevention in seniors: a systematic review. *Sports Medicine, 43*(7), 627-641.

Granacher, U., Gollhofer, A., & Strass, D. (2006). Training induced adaptations in characteristics of postural reflexes in elderly men. *Gait and Posture, 24*(4), 459-466.

Granacher, U., Gruber, M., & Gollhofer, A. (2009). Resistance training and neuromuscular performance in seniors. *International Journal of Sports Medicine, 30*(09), 652-657.

Granacher, U., Muehlbaue, T., Zahner, L., Gollhofer, A., & Kressig, R. (2011). Comparison of traditional and recent approaches in the promotion of balance and strength in older adults. *Sports Medicine, 41*(5), 377-400.

Granacher, U., Muehlbauer, T., Bridenbaugh, S., Bleiker, E., Wehrle, A., & Kressig, R. (2010). Balance training and multi-task performance in seniors. *International Journal of Sports Medicine, 31*(05), 353-358.

Granacher, U., Muehlbauer, T., & Gruber, M. (2012). A qualitative review of balance and strength performance in healthy older adults: impact for testing and training. *Journal of Aging Research, 2012*.

Granacher, U., Wick, C., Rueck, N., Esposito, C., Roth, R., & Zahner, L. (2011). Promoting balance and strength in the middle-aged workforce. International Journal of Sports Medicine, 32(1), 35-44.

Grgic, J., Schoenfeld, B. J., Davies, T. B., Lazinica, B., Krieger, J. W., & Pedisic, Z. (2018). Effect of Resistance Training Frequency on Gains in Muscular Strength: A Systematic Review and Meta-Analysis. Sports medicine (Auckland, N.Z.), 48(5), 1207–1220.

Grönqvist, R. (1995). A Dynamic Method for Assessing Pedestrian Slip Resistance. *Doctoral Dissertation, Finnish Institute of Occupational Health*, Helsinki.

Hanson, J. P., Redfern, M. S., & Mazumdar, M. (1999). Predicting slips and falls considering required and available friction. *Ergonomics, 42*(12), 1619-1633.

Hardy, S. E., Perera, S., Roumani, Y. F., Chandler, J. M., & Studenski, S. A. (2007). Improvement in usual gait speed predicts better survival in older adults. *Journal of the American Geriatrics Society, 55*(11), 1727-1734.

Harper, F., Warlow, W., & Clarke, B. (1967). *The Forces Applied to the Floor by the Foot in Walking. II. Walking on a Slope. III. Walking on Stairs*: HM Stationery Office.

Harrell, W. A. (1990). Perceived risk of occupational injury: control over pace of work and blue-collar versus white-collar work. *Perceptual and Motor Skills, 70*(3_suppl), 1351-1359.

Hausdorff, J. M., Rios, D. A., & Edelberg, H. K. (2001). Gait variability and fall risk in community-living older adults: a 1-year prospective study. *Archives of Physical Mdicine and Rehabilitation, 82*(8), 1050-1056.

Hayat, A., & Shan, M. (2018, July). Fall Detection System for Labour Safety. In *2018 International Conference on Engineering, Applied Sciences, and Technology (ICEAST)* (pp. 1-4). IEEE.

Health and Safety Executive of Great Britain (2022). RIDDOR reported fatal and non- fatal injuries in Great Britain by kind of accident and broad industry group. Retrieved from http://www.hse.gov.uk/statistics/tables/.

Helbostad, J. L., Leirfall, S., Moe-Nilssen, R., & Sletvold, O. (2007). Physical fatigue affects gait characteristics in older persons. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences, 62*(9), 1010-1015.

Helneman, E. F., Shy, C. M., & Checkoway, H. (1989). Injuries on the fireground: risk factors for traumatic injuries among professional fire fighters. *American Journal of Industrial Medicine, 15*(3), 267-282.

Henwood, T. R., & Taaffe, D. R. (2005). Improved physical performance in older adults undertaking a short-term programme of high-velocity resistance training. *Gerontology, 51*(2), 108-115.

Holm, I., Fosdahl, M. A., Friis, A., Risberg, M. A., Myklebust, G., & Steen, H. (2004). Effect of neuromuscular training on proprioception, balance, muscle strength, and lower limb function in female team handball players. *Clinical Journal of Sport Medicine, 14*(2), 88-94.

Hon, C. K., & Chan, A. P. (2013). Fatalities of repair, maintenance, minor alteration, and addition works in Hong Kong. *Safety Science, 51*(1), 85-93.

Horak, F. B. (1987). Clinical measurement of postural control in adults. *Physical Therapy, 67*(12), 1881-1885.

Horlings, C., G., van Engelen, B. G., Allum, J. H., & Bloem, B. R. (2008). A weak balance: the contribution of muscle weakness to postural instability and falls. Nature Clinical Practice. Neurology., 4(9), 504-515. doi:10.1038/ncpneuro0886

Hsiao, H., & Simeonov, P. (2001). Preventing falls from roofs: a critical review. *Ergonomics, 44*(5), 537-561.

Hsiao, H. (2014). Fall prevention research and practice: a total worker safety approach. Industrial Health, 52(5), 381-392.

Huang, X., & Hinze, J. (2003). Analysis of construction worker fall accidents. *Journal of Construction Engineering and Management, 129*(3), 262-271.

Hu, K., Rahmandad, H., Smith-Jackson, T., & Winchester, W. (2011). Factors influencing the risk of falls in the construction industry: a review of the evidence. *Construction Management and Economics, 29*(4), 397-416.

Hu, Y. N., Chung, Y. J., Yu, H. K., Chen, Y. C., Tsai, C. T., & Hu, G. C. (2016). Effect of Tai Chi exercise on fall prevention in older adults: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *International Journal of Gerontology, 10*(3), 131-136.

Islam, M. M., Nasu, E., Rogers, M. E., Koizumi, D., Rogers, N. L., & Takeshima, N. (2004). Effects of combined sensory and muscular training on balance in Japanese older adults. *Preventive Medicine, 39*(6), 1148-1155.

Japan Industrial Safety and Health Association. (2010). Study Report on promotion program for prevention of hazard risks associated with reduced physical capacity in old workers. Retrieved from http://www.mhlw.go.jp/new-info/kobetu/roudou/gyousei/anzen/101006-1.html

Joh, A. S., Adolph, K. E., Campbell, M. R., & Eppler, M. A. (2006). Why walkers slip: shine is not a reliable cue for slippery ground. *Perception and Psychophysics, 68*(3), 339-352.

Johnston, R. B., Howard, M. E., Cawley, P. W., & Losse, G. M. (1998). Effect of lower extremity muscular fatigue on motor control performance. *Medicine and Science in Sports & Exercise, 30*(12), 1703-1707.

Kawagoe, T., Nagata, H., Shobuda, Y., Ueda, M., Tominaga, R., Kuga, H., . . . Kobayashi, T. (2010). Effects of limbering up exercises to prevent falls on physical performance and fall risks in elderly workers. *Research and Practice for Fall Injury Control in the Workplace, 57*, 69.

Kemmlert, K., & Lundholm, L. (1998). Slips, trips and falls in different work groups with reference to age. *Safety Science, 28*(1), 59-75.

Kemmlert, K., & Lundholm, L. (2001). Slips, trips and falls in different work groups—with reference to age and from a preventive perspective. *Applied ergonomics*, *32*(2), 149-153.

Kim, S., & Lockhart, T. E. (2008). The effects of 10% front load carriage on the likelihood of slips and falls. *Industrial Health*, *46*(1), 32-39.

Kines, P., & Mikkelsen, K. L. (2003). Effects of firm size on risks and reporting of elevation fall injury in construction trades. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, *45*(10), 1074-1078.

Kirschenbaum, A., Oigenblick, L., & Goldberg, A. I. (2000). Well being, work environment and work accidents. *Social Science & Medicine*, *50*(5), 631-639.

Koepp, G. A., Snedden, B. J., & Levine, J. A. (2015). Workplace slip, trip and fall injuries and obesity. *Ergonomics*, *58*(5), 674-679.

Kong, P. W., Beauchamp, G., Suyama, J., & Hostler, D. (2010). Effect of fatigue and hypohydration on gait characteristics during treadmill exercise in the heat while wearing firefighter thermal protective clothing. *Gait and Posture*, *31*(2), 284-288.

Kong, P. W., Suyama, J., Cham, R., & Hostler, D. (2012). The relationship between physical activity and thermal protective clothing on functional balance in firefighters. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, *83*(4), 546-552.

Kong, P. W., Suyama, J., & Hostler, D. (2013). A review of risk factors of accidental slips, trips, and falls among firefighters. *Safety Science*, *60*, 203-209.

Kostić, R., Uzunović, S., Purenović-Ivanović, T., Miletić, Đ., Katsora, G., Pantelić, S., & Milanović, Z. (2015). The effects of dance training program on the postural stability of middle aged women. *Central European Journal of Public Health*, *23*, S67-S73.

Kovacs, E. J., Birmingham, T. B., Forwell, L., & Litchfield, R. B. (2004). Effect of training on postural control in figure skaters: a randomized controlled trial of neuromuscular versus basic off-ice training programs. *Clinical Journal of Sport Medicine*, *14*(4), 215-224.

Kressig, R. W., Herrmann, F. R., Grandjean, R., Michel, J. P., & Beauchet, O. (2008). Gait variability while dual-tasking: fall predictor in older inpatients? *Aging Clinical and Experimental Research*, *20*(2), 123-130.

Kubo, T., Sakata, Y., Matsunaga, T., Koshimune, A., Sakai, S., Ameno, K., & Ijiri, I. (1989). Analysis of body sway pattern after alcohol ingestion in human subjects. *Acta Oto-laryngologica*, *108*(sup468), 247-252.

Kulas, A., Zalewski, P., Hortobagyi, T., & DeVita, P. (2008). Effects of added trunk load and corresponding trunk position adaptations on lower extremity biomechanics during drop-landings. *Journal of Biomechanics*, *41*(1), 180-185.

Kuo, A. D., & Donelan, J. M. (2010). Dynamic principles of gait and their clinical implications. *Physical Therapy*, *90*(2), 157-174.

Kylasov, A., & Gavrov, S. (2011). Diversity of sport: non-destructive evaluation. *Encylopedia of Life Support System*, *2*, 462-491.

Labour Department. (2017). Occupational Safety and Health Statistics 2016. HKSAR

Labour Department of Hong Kong (2022a). Occupational Safety and Health Statistics 2012-2020. Labour Department, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region. Retrieved from https://www.labour.gov.hk/eng/osh/content10b.htm.

Labour Department of Hong Kong (2022b). Occupational Safety and Health Statistics 2021. Labour Department, The Government of the Hong Kong Special Administrative Region. Retrieved from

https://www.labour.gov.hk/common/osh/pdf/OSH_Statistics_2021_en.pdf.

Laflamme, L., & Menckel, E. (1995). Aging and occupational accidents a review of the literature of the last three decades. *Safety Science, 21*(2), 145-161.

Lamb, S., Hauer, K., & Becker, C. (2011). Manual for the fall prevention classification system.

Latham, N. K., Anderson, C. S., Lee, A., Bennett, D. A., Moseley, A., & Cameron, I. D. (2003). A randomized, controlled trial of quadriceps resistance exercise and vitamin D in frail older people: the Frailty Interventions Trial in Elderly Subjects (FITNESS). *Journal of the American Geriatrics Society, 51*(3), 291-299.

Latham, N. K., Bennett, D. A., Stretton, C. M., & Anderson, C. S. (2004). Systematic review of progressive resistance strength training in older adults. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences, 59*(1), M48-M61.

Leamon, T. B., & Murphy, P. L. (1995). Occupational slips and falls: more than a trivial problem. *Ergonomics, 38*(3), 487-498.

Leclercq, S. (1997). *La prévention des chutes de plain-pied. Bilan. Perspectives, In Les Notes Scientifiques Et Techniques De L'inrs*, (Paris: Inrs), July.

Leclercq, S., & Thouy, S. (2004). Systemic analysis of so-called 'accidents on the level'in a multi trade company. *Ergonomics, 47*(12), 1282-1300.

Leclercq, S., Thouy, S., & Rossignol, E. (2007). Progress in understanding processes underlying occupational accidents on the level based on case studies. *Ergonomics, 50*(1), 59-79.

Ledin, T., & Ödkvist, L. (1991). Abstinent chronic alcoholics investigated by dynamic posturography, ocular smooth pursuit and visual suppression. *Acta Oto-laryngologica, 111*(4), 646-655.

Legislative Council Secretariat. (2017). Statistical Highlights: Occupational injuries in Hong Kong. Retrieved from https://www.legco.gov.hk/research-publications/english/1617issh26-occupational-injuries-in-hong-kong-20170504-e.pdf

Lepers, R., Bigard, A. X., Diard, J. P., Gouteyron, J. F., & Guezennec, C. Y. (1997). Posture control after prolonged exercise. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology, 76*(1), 55-61.

Lesch, M. F., Chang, W.R., & Chang, C.C. (2008). Visually based perceptions of slipperiness: underlying cues, consistency and relationship to coefficient of friction. *Ergonomics, 51*(12), 1973-1983.

Liberty Mutual Research Institute of Safety. (2016). 2016 Liberty Mutual Workplace Safety Index, from research to reality. Retrieved from http://cdn2.hubspot.net/hubfs/330425/2016_Liberty_Mutaul_Workplace_Safety_Index.pdf?t=1476818417638

Liberty Mutual Research Institute for Safety (2017). 2017 Liberty Mutual Workplace Safety Index, *From Research to Reality*. Retrieved from https://www.carpentersafety.org/sites/www.carpentersafety.org/files/assets/2017%20WSI.pdf.

Li, F., Harmer, P., Fisher, K. J., McAuley, E., Chaumeton, N., Eckstrom, E., & Wilson, N. L. (2005). Tai Chi and fall reductions in older adults: a randomized controlled trial. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences, 60*(2), 187-194.

Li, K. W., & Chen, C. J. (2005). Effects of tread groove orientation and width of the footwear pads on measured friction coefficients. *Safety science, 43*(7), 391-405.

Li, K. W., Wu, H. H., & Lin, Y. C. (2006). The effect of shoe sole tread groove depth on the friction coefficient with different tread groove widths, floors and contaminants. *Applied Ergonomics, 37*(6), 743-748.

Lingard, H., & Holmes, N. (2001). Understandings of occupational health and safety risk control in small business construction firms: barriers to implementing technological controls. *Construction Management and Economics, 19*(2), 217-226.

Lipscomb, H. J., Dement, J. M., Nolan, J., Patterson, D., Li, L., & Cameron, W. (2003). Falls in residential carpentry and drywall installation: findings from active injury surveillance with union carpenters. *Journal of Occupational and Environmental Medicine, 45*(8), 881-890.

Liu-Ambrose, T. Y., Khan, K. M., Eng, J. J., Heinonen, A., & McKay, H. A. (2004). Both resistance and agility training increase cortical bone density in 75-to 85-year-old women with low bone mass: a 6-month randomized controlled trial. *Journal of Clinical Densitometry, 7*(4), 390-398.

Liu, J., Lockhart, T., & Kim, S. (2014). Reaction moment at the L5/S1 joint during simulated forward slipping with a handheld load. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, 20*(3), 429-436.

Liu, J., & Lockhart, T. E. (2013). Local dynamic stability associated with load carrying. *Safety and Health at Work, 4*(1), 46-51.

Liu, J., Lockhart, T. E., Parijat, P., McIntosh, J. D., & Chiu, Y. P. (2015). Comparison of slip training in VR environment and on movement platform. Biomedical Sciences Instrumentation, 51, 189-197.

Lockhart, T. E. (2010). Kinetic learning in occupational fall prevention training. Paper presented at the 2010 International Conference on Fall Prevention and Protection, Morgantown, WV.

Lockhart, T. E., Smith, J. L., & Woldstad, J. C. (2005). Effects of aging on the biomechanics of slips and falls. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, 47*(4), 708-729.

Lockhart, T. E., Smith, J. L., Woldstad, J. C., & Li, P. (2000). *Effects of musculoskeletal and sensory degradation due to aging on the biomechanics of slips and falls.* Paper presented at the Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting (Vol. 44, No. 29, pp. 5-83). Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications.

Lockhart, T. E., Woldstad, J. C., & Smith, J. L. (2003). Effects of age-related gait changes on the biomechanics of slips and falls. *Ergonomics, 46*(12), 1136-1160.

Logghe, I. H., Zeeuwe, P. E., Verhagen, A. P., Wijnen-Sponselee, R. M., Willemsen, S. P., Bierma-Zeinstra, S. M., . . . Koes, B. W. (2009). Lack of effect of Tai Chi Chuan in preventing falls in elderly people living at home: a randomized clinical trial. *Journal of the American Geriatrics Society, 57*(1), 70-75.

Lord, S. R., & Clark, R. D. (1996). Simple physiological and clinical tests for the accurate prediction of falling in older people. *Gerontology, 42*(4), 199-203.

Lord, S. R., Ward, J. A., Williams, P., & Anstey, K. J. (1994). Physiological factors associated with falls in older community-dwelling women. *Journal of the American Geriatrics Society, 42*(10), 1110-1117.

Lord, S. R., Menz, H. B., & Tiedemann, A. (2003). A physiological profile approach to falls risk assessment and prevention. Physical Therapy, 83(3), 237-252.

Low, S., Ang, L. W., Goh, K. S., & Chew, S. K. (2009). A systematic review of the effectiveness of Tai Chi on fall reduction among the elderly. *Archives of Gerontology and Geriatrics, 48*(3), 325-331.

Lundin, T. M., Feuerbach, J. W., & Grabiner, M. D. (1993). Effect of plantar flexor and dorsiflexor fatigue on unilateral postural control. *Journal of Applied Biomechanics, 9*(3), 191-201.

Maki, B. E., & McIlroy, W. E. (1997). The role of limb movements in maintaining upright stance: the "change-in-support" strategy. *Physical Therapy, 77*(5), 488-507.

Maki, B. E., & Mcllroy, W. E. (1999). Control of compensatory stepping reactions: age-related impairment and the potential for remedial intervention. *Physiotherapy Theory and Practice, 15*(2), 69-90.

Maki, B. E., & McIlroy, W. E. (2003). Effects of aging on control of stability. *A Textbook of Audiological Medicine: Clinical Aspects of Hearing and Balance*, 671-690.

Maki, B. E., & McIlroy, W. E. (2006). Control of rapid limb movements for balance recovery: age-related changes and implications for fall prevention. Age and Ageing, 35-S2, ii12-18.

Maki, B. E., & McIlroy, W. E. (2007). Cognitive demands and cortical control of human balance-recovery reactions. Journal of Neural Transmission, 114(10), 1279-1296.

Manchester, D., Woollacott, M., Zederbauer-Hylton, N., & Marin, O. (1989). Visual, vestibular and somatosensory contributions to balance control in the older adult. *Journal of Gerontology, 44*(4), M118-M127.

Marigold, D. S., & Patla, A. E. (2002). Strategies for dynamic stability during locomotion on a slippery surface: effects of prior experience and knowledge. *Journal of Neurophysiology, 88*(1), 339-353.

Marigold, D. S., Bethune, A. J., & Patla, A. E. (2003). Role of unperturbed limb and arms in the reactive recovery response to an unexpected slip during locomotion. Journal of Neurophysiology, 88, 339-353.

Martin, J. T., Wolf, A., Moore, J. L., Rolenz, E., DiNinno, A., & Reneker, J. C. (2013). The effectiveness of Pphysical therapist– administered group-based exercise on fall prevention: a systematic review of randomized controlled trials. *Journal of Geriatric Physical Therapy, 36*(4), 182-193.

McIsaac, T. L., Lamberg, E. M., & Muratori, L. M. (2015). Building a framework for a dual task taxonomy. *BioMed Research International, 2015*.

McIlroy, W. E., & Maki, B. E. (1996). Age-related changes in compensatory stepping in response to unpredictable perturbations. Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences, 51(6), M289-M296.

Merom, D., Mathieu, E., Cerin, E., Morton, R. L., Simpson, J. M., Rissel, C., . . . Cumming, R. G. (2016). Social dancing and incidence of falls in older adults: a cluster randomised controlled trial. *PLoS Medicine, 13*(8).

Michaelides, M. A., Parpa, K. M., Henry, L. J., Thompson, G. B., & Brown, B. S. (2011). Assessment of physical fitness aspects and their relationship to firefighters' job abilities. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 25*(4), 956-965.

Miller, E. M., Matrangola, S. L., & Madigan, M. L. (2011). Effects of obesity on balance recovery from small postural perturbations. *Ergonomics, 54*(6), 547-554.

Ministry of Health of Japan (n.d.). Industrial accidents reports. Labour and Welfare, Japan. Translated by JISHA from Web site of Industrial Safety Site of Ministry of Health, Labour and Welfare, Japan. Retrieved from https://www.jisha.or.jp/english/statistics/.

Ministry of Manpower of Singapore (2022a). Workplace Safety and Health National Statistics Report. Government of Singapore. Retrieved from https://www.mom.gov.sg/workplace-safety-and-health/wsh-reports-and-statistics.

Ministry of Manpower of Singapore (2022b). Report: Labour Force In Singapore 2021. Government of Singapore. Retrieved from https://stats.mom.gov.sg/iMAS_PdfLibrary/mrsd_2021LabourForce.pdf.

Ministry of Manpower of Singapore (2022c). Statistical Table: Employment. Annual Employment Level by Industry. Government of Singapore. Retrieved from https://stats.mom.gov.sg/Pages/EmploymentTimeSeries.aspx.

Mirelman, A., Maidan, I., Shiratzky, S. S., & Hausdorff, J. M. (2020). Virtual reality training as an intervention to reduce falls. In *Falls and Cognition in Older Persons* (pp. 309-321): Springer.

Miszko, T. A., Cress, M. E., Slade, J. M., Covey, C. J., Agrawal, S. K., & Doerr, C. E. (2003). Effect of strength and power training on physical function in community-dwelling older adults. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences, 58*(2), M171-M175.

Morris, R., Harwood, R. H., Baker, R., Sahota, O., Armstrong, S., & Masud, T. (2007). A comparison of different balance tests in the prediction of falls in older women with vertebral fractures: a cohort study. In: Oxford University Press.

Muehlbauer, T., Roth, R., Bopp, M., & Granacher, U. (2012). An exercise sequence for progression in balance training. *The Journal of Strength & Conditioning Research, 26*(2), 568-574.

Myung, R., Smith, J. L., & Leamon, T. B. (1993). Subjective assessment of floor slipperiness. *International Journal of Industrial Ergonomics, 11*(4), 313-319.

Nakamura, T., Oyama, I., Fujino, Y., Kubo, T., Kadowaki, K., Kunimoto, M., . . . Matsuda, S. (2016). Evaluation and simplification of the occupational slip, trip and fall risk-assessment test. Industrial Health, 54(4), 354-360.

Nadhim, E. A., Hon, C., Xia, B., Stewart, I., & Fang, D. (2016). Falls from height in the construction industry: a critical review of the scientific literature. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 13*(7), 638.

Nardone, A., Tarantola, J., Giordano, A., & Schieppati, M. (1997). Fatigue effects on body balance. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology/Electromyography and Motor Control, 105*(4), 309-320.

National Council on Compensation Insurance of the United States (2022). Worker's Compensation Claims Costs, 2019- 20. Retrieved from https://docs.google.com/spreadsheets/d/e/2PACX-1vRkhk3zTARvT0R9zgnAN90Roy-7uhNPSJRJgdT5vJvQppmT-oYtUCo-qHHwR5kt6c_E5whOfR6lgjKT/pubhtml.

Nenonen, N. (2013). Analysing factors related to slipping, stumbling, and falling accidents at work: application of data mining methods to Finnish occupational accidents and diseases statistics database. *Applied Ergonomics, 44*(2), 215-224.

Noor Aini, A., Nafeesa Najwa, A., Ibrahim, I. A., Prasamit, S., Goon, J., Musalmah, M., . . . Wan Zurinah, W. (2012). Effects of Tai Chi exercise on physiological and biochemical changes among middle-aged adults. *Clinical and Experimental Medical Letters, 53*(3), 101-105.

Occupational Safety and Health Administration of Taiwan (2022). 勞動檢查年報. Ministry of Labor, Taiwan. Retrieved from https://www.osha.gov.tw/1106/1164/1165/1168/.

O'Reilly, M., Olomolaiye, P., Tyler, A., & Orr, T. (1994). Issues of health and safety in the Irish construction industry: the frequencies of fatalities in the construction industry tends to be higher than almost any other sector of Irish industry save agriculture. The introduction of domestic legislation and European community legislation has improved the working environment but occupational accidents are still regarded as a major problem. *Building Research and Information, 22*(5), 247-251.

Orr, R., De Vos, N. J., Singh, N. A., Ross, D. A., Stavrinos, T. M., & Fiatarone-Singh, M. A. (2006). Power training improves balance in healthy older adults. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences, 61*(1), 78-85.

Ortega, J. D., Fehlman, L. A., & Farley, C. T. (2008). Effects of aging and arm swing on the metabolic cost of stability in human walking. *Journal of Biomechanics, 41*(16), 3303-3308.

Oliver, A., Cheyne, A., Tomas, J. M., & Cox, S. (2002). The effects of organizational and individual factors on occupational accidents. *Journal of Occupational and Organizational psychology, 75*(4), 473-488.

Parijat, P., & Lockhart, T. E. (2008). Effects of lower extremity muscle fatigue on the outcomes of slip-induced falls. *Ergonomics, 51*(12), 1873-1884.

Parijat, P., Lockhart, T. E., & Liu, J. (2014). EMG and kinematic responses to unexpected slips after slip training in virtual reality. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering, 62*(2), 593-599.

Parijat, P., Lockhart, T. E., & Liu, J. (2015a). Effects of perturbation-based slip training using a virtual reality environment on slip-induced falls. Annals of Biomedical Engineering, 43(4), 958-967.

Parijat, P., Lockhart, T. E., & Liu, J. (2015b). EMG and kinematic responses to unexpected slips after slip training in virtual reality. IEEE Transactions on Biomedical Engineering, 62(2), 593-599.

Paulus, W., Straube, A., & Brandt, T. (1984). Visual stabilization of posture: physiological stimulus characteristics and clinical aspects. *Brain, 107*(4), 1143-1163.

Pendergrass, T. L., Moore, J. H., & Gerber, J. P. (2003). Postural control after a 2-mile run. *Military medicine, 168*(11), 896-903.

Pijnappels, M., Bobbert, M. F., & van Dieën, J. H. (2005). How early reactions in the support limb contribute to balance recovery after tripping. *Journal of Biomechanics, 38*(3), 627-634.

Pijnappels, M., Bobbert, M. F., & van Dieën, J. H. (2005). Push-off reactions in recovery after tripping discriminate young subjects, older non-fallers and older fallers. *Gait and Posture, 21*(4), 388-394.

Porter, M. M. (2006). Power training for older adults. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism, 31*(2), 87-94.

Punakallio, A. (2003). Balance abilities of different-aged workers in physically demanding jobs. *Journal of Occupational Rehabilitation, 13*(1), 33-43.

Punakallio, A., Hirvonen, M., & Grönqvist, R. (2005). Slip and fall risk among firefighters in relation to balance, muscular capacities and age. *Safety Science, 43*(7), 455-468.

Punakallio, A., Lusa, S., & Luukkonen, R. (2003). Protective equipment affects balance abilities differently in younger and older firefighters. *Aviation, Space, and Environmental Medicine, 74*(11), 1151-1156.

Rankin, J. K., Woollacott, M. H., Shumway-Cook, A., & Brown, L. A. (2000). Cognitive influence on postural stability: a neuromuscular analysis in young and older adults. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences, 55*(3), M112-M119.

Redfern, M. S., Cham, R., Gielo-Perczak, K., Grönqvist, R., Hirvonen, M., Lanshammar, H., . . . Powers, C. (2001). Biomechanics of slips. *Ergonomics, 44*(13), 1138-1166.

Reed-Jones, J. G., Reed-Jones, R. J., & Hollands, M. A. (2014). Is the size of the useful field of view affected by postural demands associated with standing and stepping? *Neuroscience Letters, 566*, 27-31.

Robbins, S., Waked, E., Allard, P., McClaran, J., & Krouglicof, N. (1997). Foot position awareness in younger and older men: the influence of footwear sole properties. *Journal of the American Geriatrics Society, 45*(1), 61-66.

Robbins, S., Waked, E., Gouw, G., & McClaran, J. (1994). Athletic footwear affects balance in men. *British Journal of Sports Medicine, 28*(2), 117-122.

Robertson, M. C., Campbell, A. J., Gardner, M. M., & Devlin, N. (2002). Preventing injuries in older people by preventing falls: a meta-analysis of individual-level data. *Journal of the American Geriatrics Society, 50*(5), 905-911.

Rundmo, T. (1992). Risk perception and safety on offshore petroleum platforms—Part II: Perceived risk, job stress and accidents. *Safety Science, 15*(1), 53-68.

Saari, J. (1984). Accidents, and disturbances in the flow of information. *Journal of Occupational Accidents, 6*(1-3), 91-105.

Safe Work Australia (2022a). Australian Workers' Compensation Statistics Report. The Commonwealth of Australia. Retrieved from https://www.safeworkaustralia.gov.au/collection/australian-workers-compensation-statistics.

Safe Work Australia (2022b). Work- related Traumatic Injury Fatalities Report. The Commonwealth of Australia. Retrieved from https://www.safeworkaustralia.gov.au/collection/work-related-traumatic-injury-fatalities.

Sekuler, A. B., Bennett, P. J., & Mamelak, M. (2000). Effects of aging on the useful field of view. *Experimental Aging Research, 26*(2), 103-120.

Seliga, R., Bhattacharya, A., Succop, P., Wickstrom, R., Smith, D., & Willeke, K. (1991). Effect of work loan and respirator wear on postural stability, heart rate, and perceived exertion. *American Industrial Hygiene Association Journal, 52*(10), 417-422.

Smith, M. J., & Beringer, D. B. (1987). Human factors in occupational injury evaluation and control.

Sherrington, C., Fairhall, N. J., Wallbank, G. K., Tiedemann, A., Michaleff, Z. A., Howard, K., . . . Lamb, S. E. (2019). Exercise for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database of Systematic Reviews*(1).

Sherrington, C., Michaleff, Z. A., Fairhall, N., Paul, S. S., Tiedemann, A., Whitney, J., . . . Lord, S. R. (2017). Exercise to prevent falls in older adults: an updated systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine, 51*(24), 1750-1758.

Sherrington, C., Tiedemann, A., Fairhall, N., Close, J. C., & Lord, S. R. (2011). Exercise to prevent falls in older adults: an updated meta-analysis and best practice recommendations. *New South Wales Public Health Bulletin, 22*(4), 78-83.

Shumway-Cook, A., Baldwin, M., & Polissar, N. L. (1997). Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults. Physical Therapy, 77(8), 812-819.

Silsupadol, P., Shumway-Cook, A., Lugade, V., van Donkelaar, P., Chou, L.-S., Mayr, U., & Woollacott, M. H. (2009). Effects of single-task versus dual-task training on balance performance in older adults: a double-blind, randomized controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 90*(3), 381-387.

Skelton, D. A., & Dinan, S. M. (1999). Exercise for falls management: Rationale for an exercise programme aimed at reducing postural instability. *Physiotherapy Theory and Practice, 15*(2), 105-120.

Smith, E., Cusack, T., Cunningham, C., & Blake, C. (2017). The influence of a cognitive dual task on the gait parameters of healthy older adults: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Aging and Physical Activity, 25*(4), 671-686.

Sobeih, T. M., Davis, K. G., Succop, P. A., Jetter, W. A., & Bhattacharya, A. (2006). Postural balance changes in on-duty firefighters: effect of gear and long work shifts. *Journal of Occupational and Environmental Medicine, 48*(1), 68-75.

Stalenhoef, P., Diederiks, J., Knottnerus, J., Kester, A., & Crebolder, H. (2002). A risk model for the prediction of recurrent falls in community-dwelling elderly: a prospective cohort study. *Journal of Clinical Epidemiology, 55*(11), 1088-1094.

Statistics Canada (n.d.). Labour force characteristics, monthly, seasonally adjusted and trend-cycle. Retrieved from https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/en/tv.action?pid=1410028701.

Suetta, C., Magnusson, S., Beyer, N., & Kjaer, M. (2007). Effect of strength training on muscle function in elderly hospitalized patients. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports, 17*(5), 464-472.

Suominen, H. (2006). Muscle training for bone strength. *Aging Clinical and Experimental Research, 18*(2), 85-93.

Suzuki, T., Kim, H., Yoshida, H., & Ishizaki, T. (2004). Randomized controlled trial of exercise intervention for the prevention of falls in community-dwelling elderly Japanese women. *Journal of Bone and Mineral Metabolism, 22*(6), 602-611.

Swensen, E. E., Purswell, J. L., Schlegel, R. E., & Stanevich, R. L. (1992). Coefficient of friction and subjective assessment of slippery work surfaces. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, 34*(1), 67-77.

Szubert, Z., & Sobala, W. (2002). Work-related injuries among firefighters: sites and circumstances of their occurrence. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health, 15*(1), 49-55.

Tang, P. F., Woollacott, M. H., & Chong, R. K. (1998). Control of reactive balance adjustments in perturbed human walking: roles of proximal and distal postural muscle activity. *Experimental Brain Research, 119*(2), 141-152.

Tanimoto, M., Sanada, K., Yamamoto, K., Kawano, H., Gando, Y., Tabata, I., . . . Miyachi, M. (2008). Effects of whole-body low-intensity resistance training with slow movement and tonic force generation on muscular size and strength in young men. *The Journal of Strength and Conditioning Research, 22*(6), 1926-1938.

Taylor, D., Hale, L., Schluter, P., Waters, D. L., Binns, E. E., McCracken, H., . . . Wolf, S. L. (2012). Effectiveness of Tai Chi as a community-based falls prevention intervention: a randomized controlled trial. *Journal of the American Geriatrics Society, 60*(5), 841-848.

The Labour Affairs Bureau of Macau(2022). 工傷統計分析報告. Government of the Macao Special Administrative Region. Retrieved from https://www.dsal.gov.mo/zh_tw/text/download_report.html.

Thornton, E. W., Sykes, K. S., & Tang, W. K. (2004). Health benefits of Tai Chi exercise: Improved balance and blood pressure in middle-aged women. *Health Promotion International, 19*(1), 33-38.

Tiedemann, A., Sherrington, C., Close, J. C., & Lord, S. R. (2011). Exercise and sports science Australia position statement on exercise and falls prevention in older people. *Journal of Science and Medicine in Sport, 14*(6), 489-495.

Tinetti, M. E., Speechley, M., & Ginter, S. F. (1988). Risk factors for falls among elderly persons living in the community. New England Journal of Medicine, 319(26), 1701-1707.

Tinetti, M. E., & Speechley, M. (1989). Prevention of falls among the elderly. *New England Journal of Medicine, 320*(16), 1055-1059.

Tisserand, M. (1985). Progress in the prevention of falls caused by slipping. *Ergonomics, 28*(7), 1027-1042.

Tsukada, T., & Sakakibara, H. (2016). Risk assessment of fall-related occupational accidents in the workplace. *Journal of Occupational Health, 58*(6), 612–621.

Toba, K., Okochi, J., Takahashi, T., Matsubayashi, K., Nishinaga, M., Yamada, S., . . . Sasaki, H. (2005). [Development of a portable fall risk index for elderly people living in the community]. Nihon Ronen Igakkai Zasshi, 42(3), 346-352.

Tsukada, T., & Sakakibara, H. (2016). Risk assessment of fall-related occupational accidents in the workplace. Journal of Occupational Health, 58(6), 612-621. doi:10.1539/joh.16-0055-OA

van den Bogert, A. J., Pavol, M., & Grabiner, M. D. (2002). Response time is more important than walking speed for the ability of older adults to avoid a fall after a trip. *Journal of Biomechanics, 35*(2), 199-205.

Vance, D. E., Ball, K. K., Roenker, D. L., Wadley, V. G., Edwards, J. D., & Cissell, G. M. (2006). Predictors of falling in older Maryland drivers: a structural-equation model. *Journal of Aging and Physical Activity, 14*(3), 254-269.

Verrel, J., Lövdén, M., & Lindenberger, U. (2010). Motor-equivalent covariation stabilizes step parameters and center of mass position during treadmill walking. *Experimental Brain Research, 207*(1-2), 13-26.

Voukelatos, A., Merom, D., Sherrington, C., Rissel, C., Cumming, R. G., & Lord, S. R. (2015). The impact of a home-based walking programme on falls in older people: the Easy Steps randomised controlled trial. *Age and Ageing, 44*(3), 377-383.

Wade, L., Weimar, W., & Davis, J. (2004). Effect of personal protective eyewear on postural stability. *Ergonomics, 47*(15), 1614-1623.

Waked, E., Robbins, S., & McClaran, J. (1997). The effect of footwear midsole hardness and thickness on proprioception and stability in older men. *Journal of Testing and Evaluation, 25*(1), 143-148.

Waller, J. A. (1978). Falls among the elderly—human and environmental factors. *Accident Analysis & Prevention, 10*(1), 21-33.

Whipple, R. (1997). Improving balance in older adults; Identifying the dignificant training stimuli. *Gait Disorders of Aging Falls and Therapeutic Strategies*, 355-379.

Wilson, M., & Perkins, P. (1985). Evaluation of a slip-resistance test for shoes. *Ergonomics, 28*(7), 1081-1085.

Wolf, S. L., Barnhart, H. X., Ellison, G. L., Coogler, C. E., & Group, A. F. (1997). The effect of Tai Chi Quan and computerized balance training on postural stability in older subjects. *Physical Therapy, 77*(4), 371-381.

Woo, J., Hong, A., Lau, E., & Lynn, H. (2007). A randomised controlled trial of Tai Chi and resistance exercise on bone health, muscle strength and balance in community-living elderly people. *Age and Ageing, 36*(3), 262-268.

Woollacott, M. H. (1983). Effects of ethanol on postural adjustments in humans. *Experimental Neurology, 80*(1), 55-68.

World Health Organization (2018). Falls. Key Sheet. Retrieved from https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/falls.

Wu, G., Keyes, L., Callas, P., Ren, X., & Bookchin, B. (2010). Comparison of telecommunication, community, and home-based Tai Chi exercise programs on compliance and effectiveness in elders at risk for falls. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 91*(6), 849-856.

Wu, X., Lockhart, T. E., & Yeoh, H. T. (2012). Effects of obesity on slip-induced fall risks among young male adults. *Journal of Biomechanics, 45*(6), 1042-1047.

Yeoh, H. T., Lockhart, T. E., & Wu, X. (2013). Non-fatal occupational falls on the same level. *Ergonomics, 56*(2), 153-165.

Yoon, H. Y., & Lockhart, T. E. (2006). Nonfatal occupational injuries associated with slips and falls in the United States. *International journal of industrial ergonomics, 36*(1), 83-92.

Zettel, J. L., Holbeche, A., McIlroy, W. E., & Maki, B. E. (2005). Redirection of gaze and switching of attention during rapid stepping reactions evoked by unpredictable postural perturbation. Experimental Brain Research, 165(3), 392-401.

Zhang, J., Lockhart, T. E., & Soangra, R. (2014). Classifying lower extremity muscle fatigue during walking using machine learning and inertial sensors. *Annals of Biomedical Engineering, 42*(3), 600-612.

Zheng, G., Li, S., Huang, M., Liu, F., Tao, J., & Chen, L. (2015). The effect of Tai Chi training on cardiorespiratory fitness in healthy adults: a systematic review and meta-analysis. *PloS One, 10*(2).

15 附錄 A：使用 Virtual Trainer（網頁和手機應用程式）

對於這個 OSHC 項目，我們修改了許世全教授的虛擬教練 - Virtual Trainer (VT) 手機應用程式和網站，以提升用戶訓練體驗。 虛擬教練最初是一個網上平台，以促進大眾健身。根據一些簡單的自我評估結果，平台會向個人用戶推薦合適的運動訓練。他們還可以根據個人的需要而修改運動處方。通過手機應用程式，用戶可以根據自己的行程安排自己的訓練計劃，系統會透過短信或電子郵件發送通知，提示用戶在預定的時間進行運動訓練。在 VT 內部，會提供各種運動練習的示範影片，包括基本的拉伸、大量的熱身和放鬆程序、阻力訓練、有氧運動、日常體育活動和其他體育活動。此外，用戶可以在 VT 網頁上找到各種與健康和運動相關的信息。

通過 OSHC 項目，我們在 VT 系統內加入了第 7 章中詳述的平衡訓練。參加者在加入我們的預防跌倒計劃時被告知要在他們的手機上安裝 VT 手機應用程式。然後，VT 將用於向用戶發送提醒，提示他們在預定的時間段進行平衡訓練，還提供了由我們訓練的 YouTube 鏈接，這樣用戶就可以確切地知道他們在每次練習中需要進行哪些訓練。參加者被要求在每次完成訓練後填寫回覆表。有關更多詳細信息資訊，以下幻燈片用於向我們的參加者介紹 VT 網頁和手機應用程式。

網上虛擬教練
Virtual Trainer
vt.hk

『屹立不倒』防跌健體計劃



1

1: access vt.hk or www.vt.hk




2: 登入
VIRTUAL TRAINER
虛擬教練
會員登入
會員登記
忘記密碼
LOGIN
填入所提供的用戶名稱
填入所提供的密碼
3

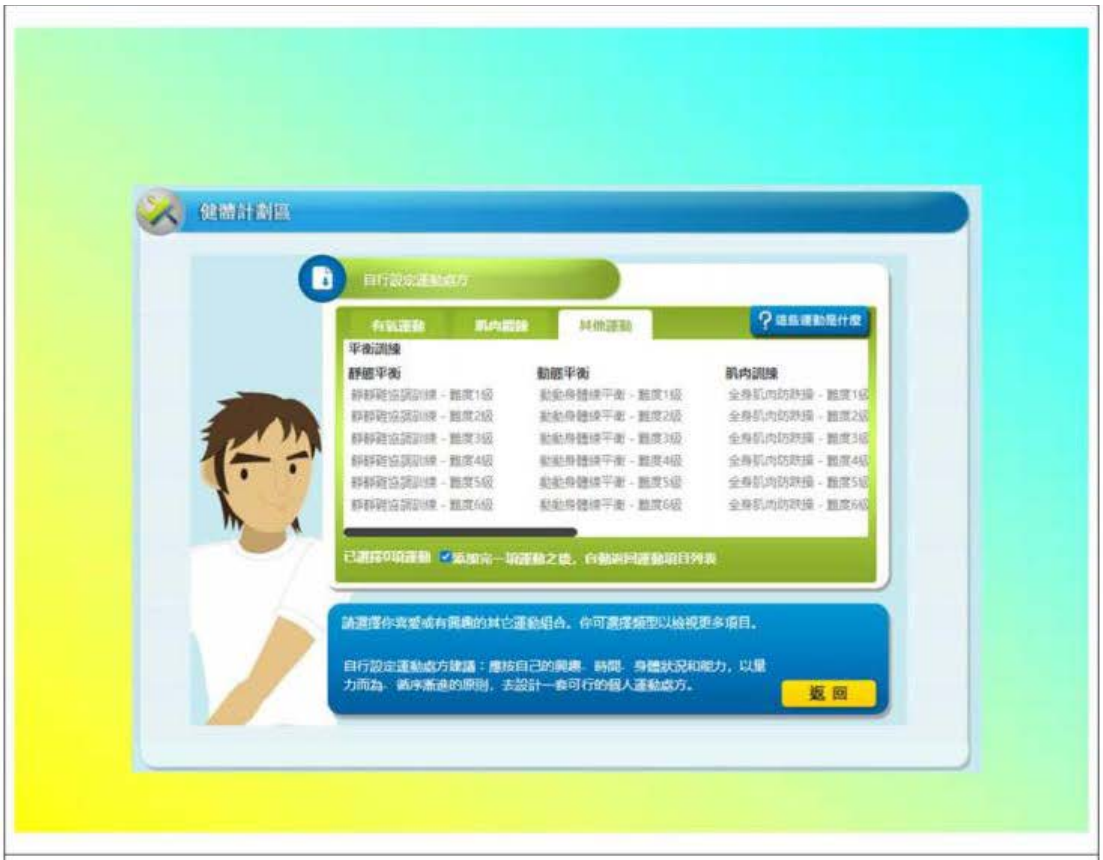

會員登入
VIRTUAL TRAINER
香港中文大學體育運動科學系
虛擬教練健體計劃
『屹立不倒』健體計劃
職業安全健康局
OCCUPATIONAL SAFETY & HEALTH COUNCIL
PREV
NEXT
最新消息
資源區
與VT教練對話
運動講場
4


3.到會員區
VIRTUAL TRAINER
香港中文大學體育運動科學系
虛擬教練健體計劃
『屹立不倒』 健體計劃
職業安全健康局
OCCUPATIONAL SAFETY & HEALTH COUNCIL
主頁
最新消息
甚麼是VT
健體計劃區
資源區
會員區
討論區
Hello,
主頁
甚麼是VT
資源區
討論區
最新消息
健體計劃區
會員區
登入後，到“會員區”有關你的個人資料
，我們已預先替你輸入
5


4: 個人資料
會員區
更改資料
VT 運動積分獎賞計劃
體適能測試區
測試報告
*登入名稱 Hong Kong
*姓名 Chan Tai Man
*密碼 ••••••
*確認密碼 ••••••
*電郵 vtinfo@gmail.com
*性別 男 女
*體重(KG) 70
*身高(CM) 160
手提電話號碼 99956412
*出生日期 1993 年 01 月 01 日
*欄位必須填寫
上傳圖片
取消
送出
6


5. 到健體計劃區
VIRTUAL TRAINER
香港中文大學體育運動科學系
虛擬教練健體計劃
『屹立不倒』健體計劃
職業安全健康局
OCCUPATIONAL SAFETY & HEALTH COUNCIL
主頁
最新消息
甚麼是VT
健體計劃區
資源區
會員區
討論區
主頁
甚麼是VT
資源區
討論區
最新消息
健體計劃區
會員區
7


健體計劃區
自行設定運動處方
星期
第1星期
星期日 11月14日
星期一 11月08日
星期二 11月09日
星期三 11月10日
星期四 11月11日
星期五 11月12日
星期六 11月13日
卡路里消耗目標
0
累積分鐘
14
已選運動項目
2
每節運動前應必須於運動前加入5分鐘至10分鐘熱身活動，及於運動後加入5至10分鐘舒緩運動
自行設定運動處方建議：應按自己的興趣、時間、身體狀況和能力，以量力而為、循序漸進的原則，去設計一套可行的個人運動處方，請按開始訂立每星期的運動日子，時段及類型。
確定

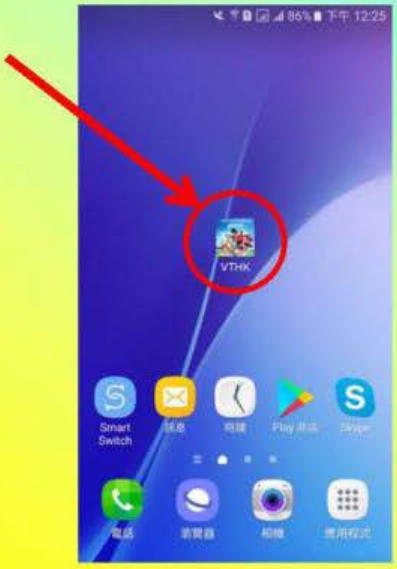

健體計劃區
自行設定運動處方
有氧運動
肌肉鍛鍊
其他運動
這些運動是什麼
平衡訓練
靜態平衡
動態平衡
肌內訓練
已選擇0項運動
請選擇你喜愛或有興趣的其它運動組合，你可選擇類型以檢視更多項目。
自行設定運動處方建議：應按自己的興趣、時間、身體狀況和能力，以量力而為、循序漸進的原則，去設計一套可行的個人運動處方。
返回


健體計劃區
訓練日程
處方安排
自行設定運動處方
日期
2021-11-08
卡路里消耗目標
卡路里
時間
09:00 ~ 09:07
運動
時間長度
1/2

6. 下載VT Apps

到 Google Play or App Store 下載 VT Apps

(search VTHK)





11



i. 大家請根據自己名字旁邊的VTID登入應用程式，所有VTID的預設密碼同樣為0000



ii. 登入畫面如上圖所示



iii. 登入後請選擇左上角的「健體日誌」

iv. 再按左上角的圖示開啟設定





v. 按「設定」

vi. 選擇「提醒處方安排」及「訓練後提醒回覆處方」





viia. 回到健體日誌，可查看每天的運動處方及未提交的處方回覆

viib. 點擊運動即可進入頁面提交處方回覆



viii. 提交處方回覆時，只需填上實際運動時間及選擇主觀運動強度即可


7. 向VT教練匯報訓練進度
健體計劃區
進度能量值 0%
參與率 0%
累積運動積分 0分
可換取獎品積分 0分
VT 會透過 e-mail 及Mobile Apps 給你提示
15


完成一定運動量後，憑運動積分，可換取虛擬獎品及真實獎品
健體計劃區
進度能量值 0%
參與率 0%
運動積分 0分
16





	實用VT獎品	所需要的運動積分
1.	Memo Pad	1000
2.	數跳繩	3000
3.	護腕錶	3000
4	計算機	4000