

# Critical Care

## Efficacy of Suspension-Based Lower-Limb Rehabilitation Device in Enhancing Lower Limb Function Among Patients With ICU-Acquired Weakness

懸吊式下肢復健裝置對 ICU 獲得性衰弱患者下肢功能之療效

Crit Care (2026). DOI: 10.1186/s13054-026-05840-1

整理：謝慕揚 MD, PhD, FESC 日期：2026-01-19

### 1 前言

ICU 獲得性衰弱 (ICU-acquired weakness, ICUAW) 是重症患者常見且嚴重的併發症，發生率可達 48%。ICUAW 導致脫離呼吸器困難、住院時間延長、功能障礙及生活品質下降。目前尚無實證臨床指引，主要策略為早期活動 (early mobilization) 及神經肌肉電刺激。本研究評估懸吊式下肢復健裝置 (suspension-based lower-limb rehabilitation device, SS) 結合傳統復健對 ICUAW 患者下肢功能的短期療效。

#### 核心發現摘要

- 本研究為 within-patient randomized controlled trial，以患者自身為對照
- 60 位 ICUAW 患者納入，54 位完成研究
- 主要結果：介入側肌肉厚度僅下降 0.2%，對照側下降 6.3%
- 次要結果：MRC score 及 AROM 均顯著改善
- 無介入相關不良事件

### 2 研究設計

#### 2.1 試驗設計

- 設計：Prospective, within-patient randomized controlled trial
- 研究期間：2023 年 4 月至 2025 年 5 月
- 研究地點：上海長海醫院聯合 ICU 中心（共 116 床）
- 註冊：ChiCTR2300070118

#### 2.2 納入與排除標準

標準	內容
納入標準	ICUAW 確診 (MRC sum score < 48) 預期住院至少 2 週 曾接受機械通氣至少 48 小時 取得書面知情同意

標準	內容
排除標準	入 ICU 前或入住時心跳停止 Cardiac pacemaker 或 ICD 急性腦損傷需深度鎮靜 $\geq 72$ 小時 Guillain-Barré syndrome 或重度失智 未控制糖尿病、嚴重器官衰竭 近期下肢 DVT 或 PE (治療 $< 48$ 小時) 下肢骨折未癒合、嚴重骨質疏鬆 現有神經肌肉疾病影響下肢功能

## 2.3 介入方式

組別	介入內容
對照側 (Control)	標準物理治療 40 分鐘/天 包含：肌肉伸展、主被動關節活動度訓練、橫膈呼吸訓練、坐姿訓練 每週 5 天，共 2 週
介入側 (Intervention)	標準物理治療 20 分鐘 + SS 訓練 20 分鐘/天 SS 裝置：SmartSling (上海卓道科技) 提供 passive 及 active-assisted training Hip/knee flexion-extension 及 adduction-abduction 每週 5 天，共 2 週

### 重點提醒

SS 裝置為 flexible cable-driven 設計，可在床邊使用，提供多關節協調訓練。與固定式 cycling 裝置相比，SS 允許多平面運動及更大自由度，可能更有效促進神經肌肉活化。

## 3 結果測量

### 3.1 主要結果

下肢肌肉厚度 (musculoskeletal ultrasound 測量)：

- Rectus femoris (RF) + Vastus intermedius (VI) 合併厚度
- Vastus medialis (VM)
- Vastus lateralis (VL)
- Tibialis anterior (TA)

測量時機：Baseline、1 週、2 週

### 3.2 次要結果

- **MRC score:** 上下肢 6 組肌群肌力評估 (0-60 分)
- **AROM:** Hip 及 knee 主動關節活動度
- 下肢周徑：Thigh (髕骨上 10 cm) 及 calf 周徑

## 4 研究結果

### 4.1 受試者特徵

- 篩選 316 位，納入 60 位，54 位完成研究
- 平均年齡：68.7 ± 15.1 歲
- 男性：60%
- APACHE II：17.2 ± 4.8
- SOFA：6.9 ± 2.3
- ICU 住院天數：55.9 ± 52.5 天
- 機械通氣天數：23.9 ± 19.0 天
- 主要診斷：感染 86.7%（肺部 76.7%）、ARDS 46.7%

### 4.2 主要結果：肌肉厚度

時間點	介入側變化	對照側變化
1 週	-0.2%	-3.7%
2 週	-0.1%	-2.3%
總計（2 週）	<b>-0.2%</b>	<b>-6.3%</b>

統計分析：

- Group × Time interaction:  $F = 7.80$ ,  $p < 0.001$
- Main effect of group:  $F = 10.87$ ,  $p = 0.001$
- 2 週時對照側顯著低於介入側 ( $p < 0.01$ )
- 介入側無顯著 within-group 變化 ( $p = 1.00$ )

### 4.3 次要結果

指標	Group × Time	組間差異
MRC score	$F = 4.46$ , $p = 0.01$	1 週 $p = 0.05$ 2 週 $p = 0.003$
AROM	$F = 6.59$ , $p = 0.001$	1 週 $p = 0.003$ 2 週 $p < 0.001$
下肢周徑	$F = 0.15$ , $p = 0.86$	無顯著差異

### 4.4 亞組分析

- 年齡：老年患者 ( $\geq 60$  歲) 獲益較大 ( $p < 0.001$ )
- BMI：正常 BMI 患者獲益較大 ( $p = 0.004$ )
- 性別：無顯著差異

## 4.5 安全性

- 無介入相關不良事件
- 患者滿意度：91.7% 滿意、3.3% 尚可、5.0% 未評估

## 5 討論

### 5.1 主要發現

SS 輔助復健結合傳統治療可有效減緩 ICUAW 患者的肌肉萎縮。雖然無法逆轉肌肉流失，但顯著減緩下降速度。MRC score 及 AROM 改善顯示 SS 可有效維持肌力及關節活動度。

### 5.2 與 CYCLE Trial 比較

特點	本研究 (SS)	CYCLE Trial
裝置類型	Flexible cable-driven	Fixed-track cycling
運動平面	多平面 (flexion、abduction)	單一矢狀面
介入劑量	10 sessions / 2 週	Median 3 sessions
主要結果	正面 (肌肉厚度保留)	無顯著改善

### 5.3 研究限制

- 單中心研究，需多中心驗證
- 短期追蹤 (2 週)，長期效果未知
- Within-patient 設計無法完全排除 cross-over effect
- 無法盲化治療師及患者

## 6 Key Points

1. ICUAW 發生率可達 48%，嚴重影響預後及生活品質
2. SS 輔助復健結合傳統治療可減緩肌肉萎縮 (介入側 -0.2% vs 對照側 -6.3%)
3. MRC score 及 AROM 顯著改善，下肢周徑無顯著差異
4. 老年患者及正常 BMI 患者獲益較大
5. SS 裝置為 flexible cable-driven 設計，床邊使用便利，無相關不良事件
6. 與 CYCLE trial (fixed-track cycling) 相比，SS 的正面結果可能與多平面運動及較高介入劑量有關
7. 此為初步結果，需大型多中心試驗確認

## 7 參考文獻

1. Xu L, Huang X, Wu H, et al. Efficacy of suspension-based lower-limb rehabilitation device in enhancing lower limb function among patients with ICU-acquired weakness: a self-controlled randomized clinical trial. *Crit Care*. 2026.
2. Fan E, Cheek F, Chlan L, et al. An official American Thoracic Society Clinical Practice guideline: the diagnosis of intensive care unit-acquired weakness in adults. *Am J Respir Crit Care Med*. 2014;190(12):1437-46.
3. Hiser SL, Casey K, Nydahl P, et al. Intensive care unit acquired weakness and physical rehabilitation in the ICU. *BMJ*. 2025;388:e077292.
4. Kho ME, Berney S, Pastva AM, et al. Early In-Bed Cycle Ergometry in Mechanically Ventilated Patients. *NEJM Evidence*. 2024;3(7).
5. Schaller SJ, Scheffenbichler FT, Bein T, et al. Guideline on positioning and early mobilisation in the critically ill by an expert panel. *Intensive Care Med*. 2024;50(8):1211-1227.