

Bootstrap 中介效果結構方程模式分析

鄭怡君 蔡俊傑

國立臺灣體育運動大學體育學系

摘要

本文旨在介紹 Bootstrap 的原理與操作，中介效果的方法隨著科技的進步、數理的深究而有所提升。過去採用 Baron 與 Kenny (1986) 的三段式分析，但結構方程模式的出現後，Bootstrap 的方法應運而生，因此，將 Bootstrap 的原理與操作方法，及表格製作提供，以提高國內體育運動學術的研究。

關鍵字：拔靴法、間接效果、直接效果

通訊作者：鄭怡君

通訊地址：臺中市北區雙十路一段 16 號

電子信箱：chun771122@livemail.tw

壹、前言

近年來中介效果的分析在運動研究日益興盛(沈緯鈞、廖主民, 2011), 探討中介效果的方法也隨著科技的進步、數理的深究而有所提升。過去研究中中介效果的分析方式均以 SPSS 的迴歸分析, 並採用 Baron 與 Kenny (1986) 的三段式分析, 但隨著運算技術的提升, Sobel (1982, 1986) 以及 Zhao, Lynch, & Chen (2010) 針對 Baron 與 Kenny (1986) 的方式提出質疑與修正; 隨著結構方程模式 (SEM, Structural Equation Modeling) 的使用, Bootstrap 的研究為中介效果最新的分析方式, 目前在國內僅有少數學者使用此分析方法, 因此本文以 Tsai, Wang, & Lo (2014) 三位國內學者於 SSCI 所發表之分析運動道德解離在制控信念與犯規違例行為的中介效果為例, 介紹 SEM Bootstrap 的使用方式與操作, 以提升運動量化研究。

貳、Bootstrap 中介效果相關文獻

國內有關體育運動中介效果有許多研究, 但是結合「SEM 與 Bootstrap」目前尚是少數。以下有 3 筆涉及 Bootstrap 的研究提供其他人分析了解。

- 一、張玉琳(2013)所發表之企業運動贊助對贊助績效影響之研究：形象轉移中介角色、品牌熟悉度稀釋效果與一致性調節形中介角色之探討。此文獻僅引用 SPSS Macro MODMED 程式搭配 bootstrap, 未涉及 SEM 與 Bootstrap 或是 Amos 與 Bootstrap, 與本文所提出的不相符合。
- 二、徐茂洲(2013)所發表之綠島水域運動觀光客行為傾向模式中中介效果驗證之研究, 運用 SEM 與 Bootstrap 的模式, 建議可以提供本文相關的操作, 供學者參考使用。
- 三、陳聖岳、徐茂洲、陳景元與徐欽賢(2012)所發表之蹺泳運動賽會參與者行為傾向模式之研究, 運用 SEM 與 Bootstrap 的模式, 建議可以提供本文相關的操作, 供學者參考使用。

參、Bootstrap 的在 SEM 的判斷原理

Bootstrap 方法是由 Efron (1979) 所提出，屬於無母數統計推論法，採用反覆抽樣的方式，使現有的樣本的數量擴增，達到母群的方式；換言之，抽取的樣本數太少，又無法增加樣本情況下，採用虛擬的方式進行。Bootstrap 方法首先從現有的資料中抽出 n 個樣本，這 n 個被抽取的樣本均為隨機抽取，也就是每一個樣本被抽取的機率都一樣，如果 n 為 5，重複抽取 100 次，所獲得的樣本即可增加到 500，次數越多其次數分配越趨近於母體的分配。一般而言，重複 200 次就可得到不錯的效果，但是如果計算信賴區間至少重複 1000 次 (Efron & Tibshirani, 1993)。

使用 SEM 分析中介效果時，最主要是以 Bootstrap 求得間接效果的信賴區間，如果信賴區間未包含 0，則稱有中介效果 (Mackinnon, 2008)，但 Cheung & Lau (2008)、Cheung (2009)、Lau & Cheung (2012) 針對中介效果的分析，分別提出對中介效果的判斷，所採取的方式是在 $(1-\alpha)100\%$ 的信賴區間 (confidence interval, CI)，通常設定 95% CI 內不包含零，也就是在 α 的顯著水準下達到統計顯著，換言之就是 $p < 0.05$ 。綜合上述學者的分析，提出 SEM 判斷步驟的流程，其一為間接效果是在 95% 信賴區間內包含 0，是未達顯著水準，表示無中介效果。其二為間接效果是在 95% 信賴區間內不包含 0，是達顯著水準，表示有中介效果。如果直接效果在 95% 信賴區間包含 0，則表示直接效果不顯著，為完全中介效果。其三為間接效果與直接效果在 95% 信賴區間內不包含 0，均達顯著水準；總效果在 95% 信賴區間內不包含 0，達顯著水準，則為部分中介效果。

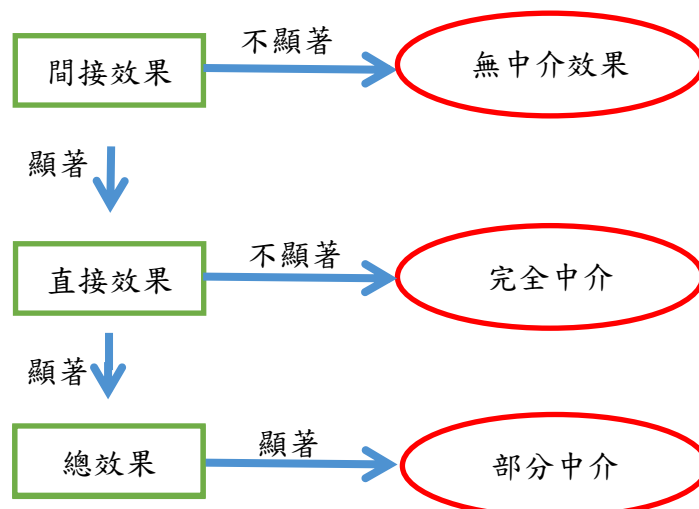


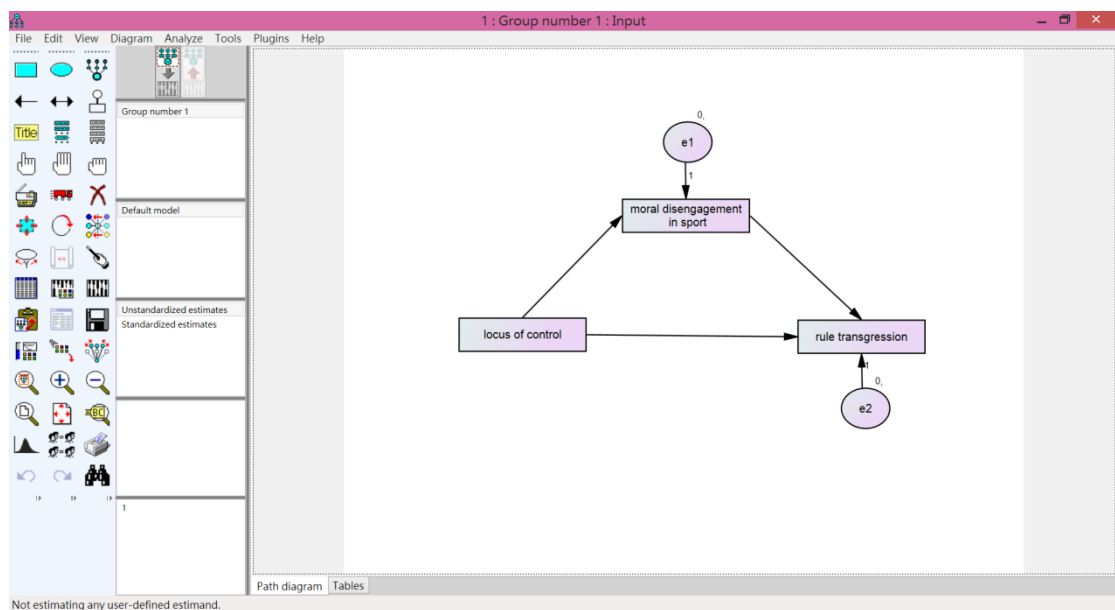
圖 1 中介效果判斷流程圖

資料來源：研究者自繪

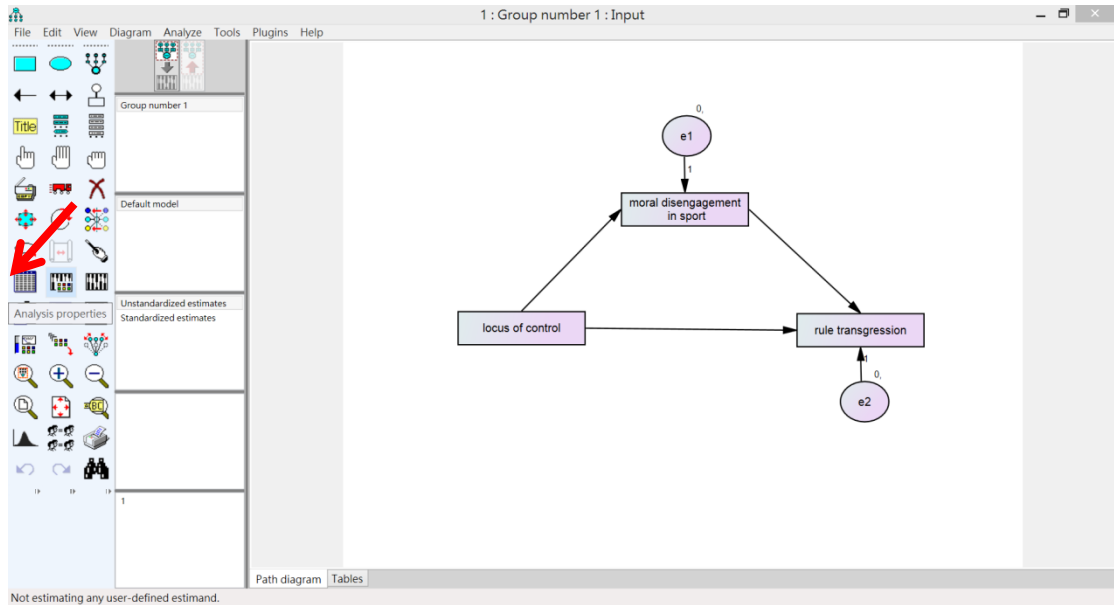
肆、Bootstrap 中介效果的操作

SEM Bootstrap 的使用方式與操作，目前可以運用的包含 Lisrel、Mplus、Amos 等，其中以 Amos 最為簡便，因此本文介紹 SEM Bootstrap 在 Amos 的操作與表格的呈現，以 Tsai, Wang, & Lo (2013) 分析運動道德解離在制控信念與犯規違例行為的中介效果為例，Amos 22.0 版操作過程如下：

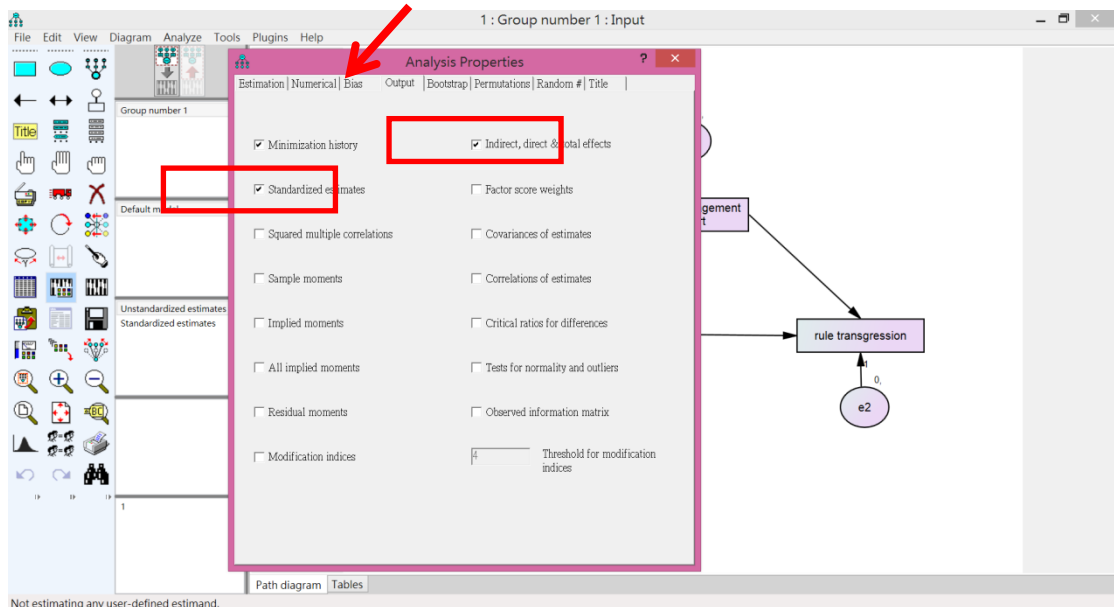
一、首先繪製中介圖。



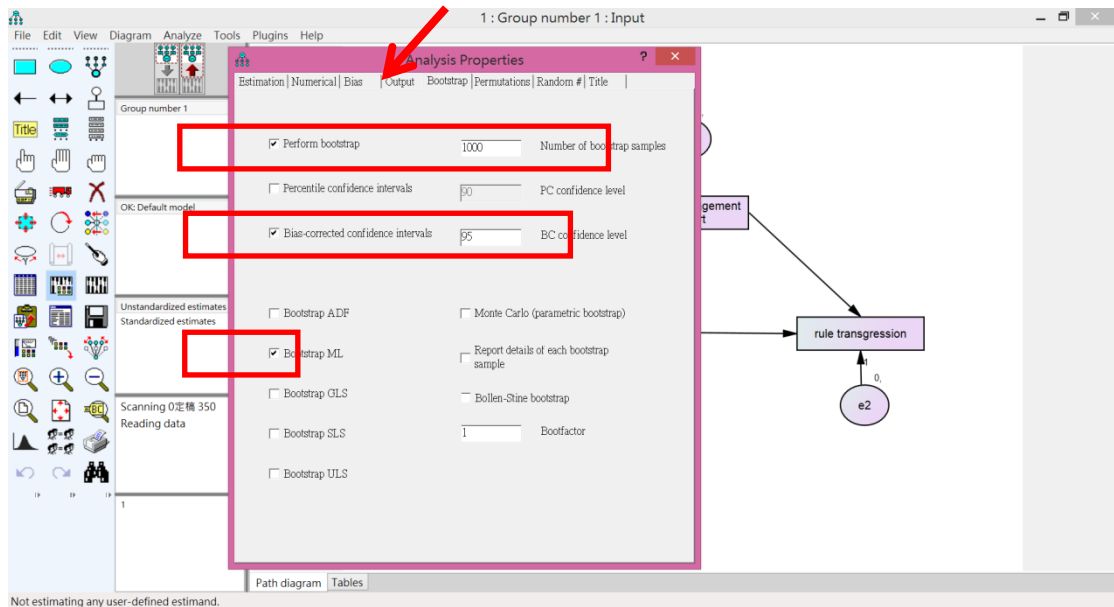
二、點選 Analysis properties 對話框。



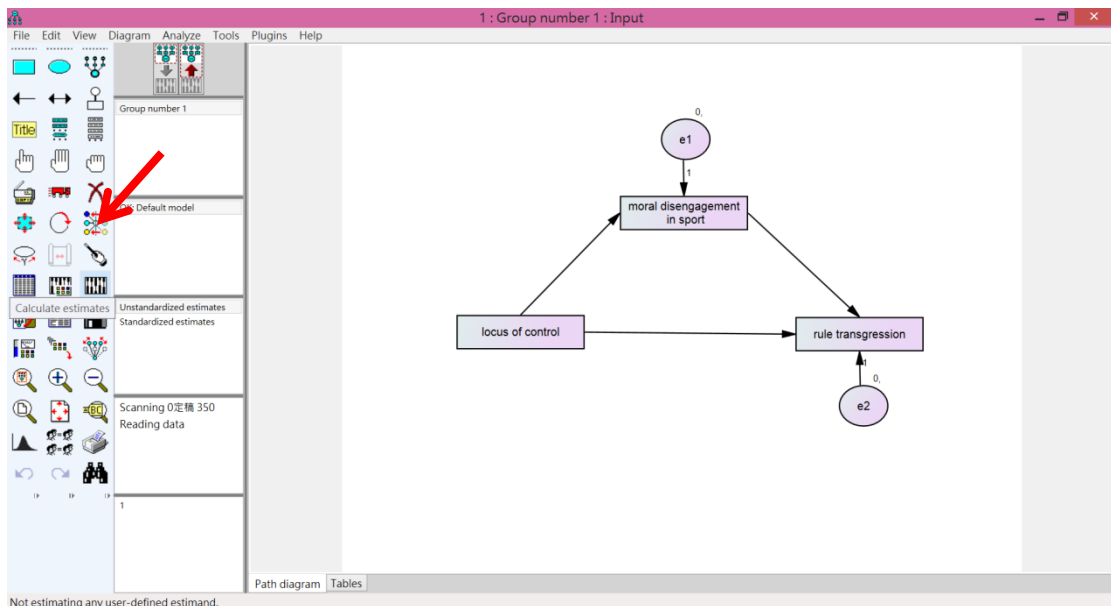
三、在 output 對話框下，勾選 Indirect, direct & total effects 與 Standardized estimates 兩個對話框。



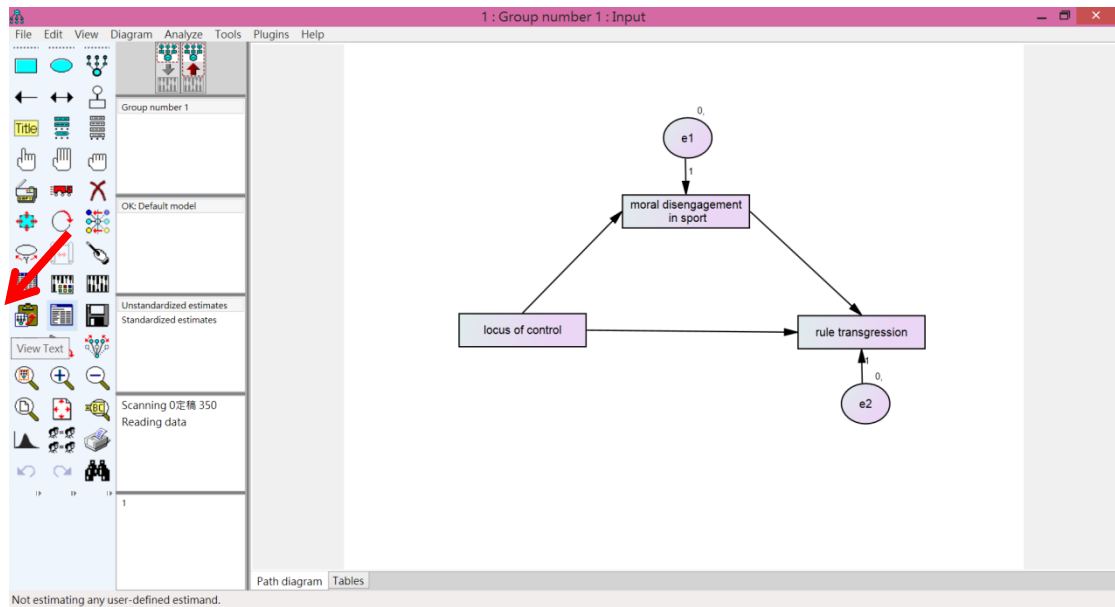
四、在 Bootstrap 對話框下，將 Perform Bootstrap 的 Number of Bootstrap samples 改為 1000；將 bias corrected confidence interval 的 BC confidence level 改為 95。勾選 Bootstrap ML。



五、按 Calculate estimates。



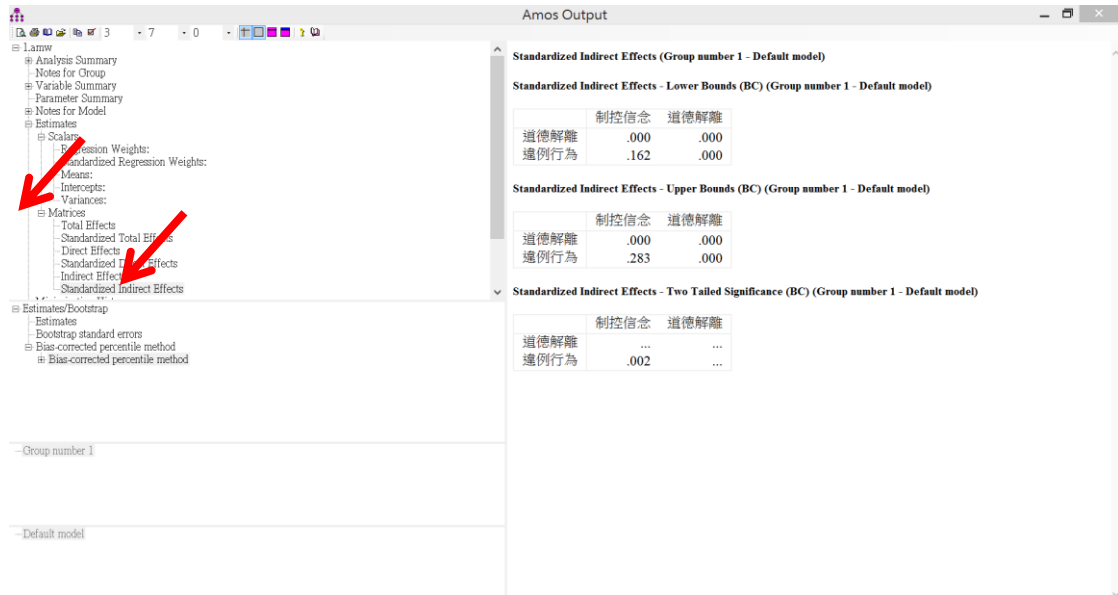
六、按 View Text。



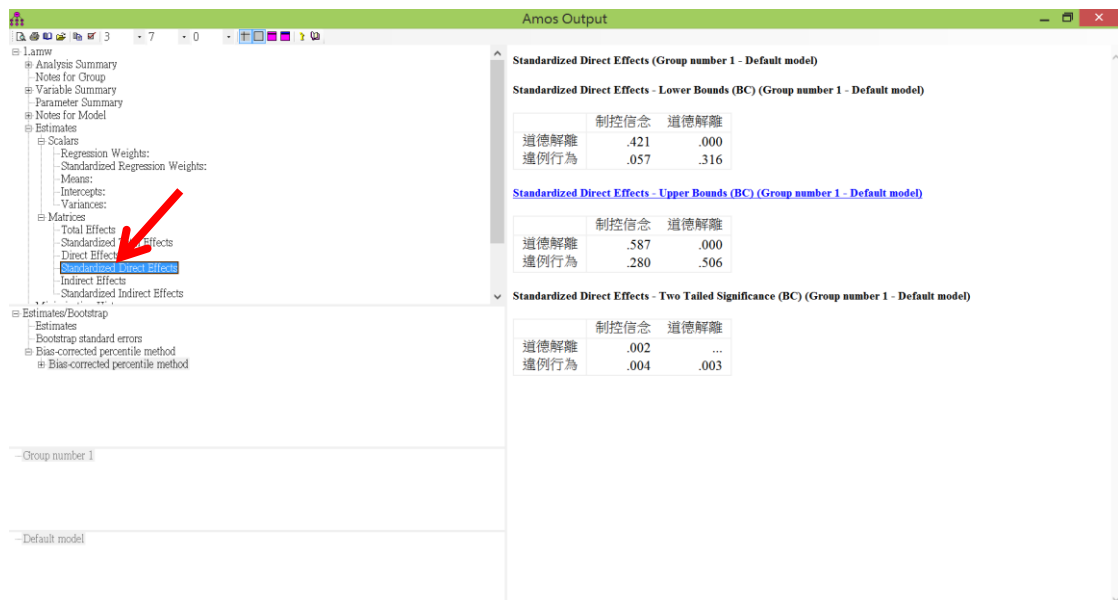
七、點 Estimates 下的 Scalars 下的 Regression Weights，呈現的是最大概似估計法(maximum likelihood, ML)的估計值。

Regression Weights: (Group number 1 - Default model)						
		Estimate	S.E.	C.R.	P	Label
道德解離 <--	制控信念	2.782	.216	12.867	***	
違例行為 <--	道德解離	.173	.019	9.171	***	
違例行為 <--	制控信念	.363	.102	3.554	***	

八、點 Matrices 下的 Standardized Indirect Effects，0.162-0.283 不包含 0，標準化間接效果達顯著水準。



九、點 Matrices 下的 Standardized Direct Effects，制控信念到道德解離 0.421-0.587，道德解離到違例行為 0.316-0.506，制控信念到違例行為 0.057-0.280，均不包含 0 標準化直接效果達顯著水準。



十、點 Matrices 下的 Standardized Total Effects，制控信念到違例行為 0.286-0.477，不包含 0 標準化直接效果達顯著水準。

Standardized Total Effects (Group number 1 - Default model)

	制控信念	道德解離
道德解離	.421	.000
違例行為	.286	.316

Standardized Total Effects - Lower Bounds (BC) (Group number 1 - Default model)

	制控信念	道德解離
道德解離	.587	.000
違例行為	.477	.506

Standardized Total Effects - Upper Bounds (BC) (Group number 1 - Default model)

	制控信念	道德解離
道德解離	.002	...
違例行為	.002	.003

十一、點 Estimates/Bootstrap 下的 Estimates，再點 Standardized Indirect Effects 可得間接效果係數。

Standardized Indirect Effects (Group number 1 - Default model)

	制控信念	道德解離
道德解離	.000	.000
違例行為	.218	.000

十二、點 Estimates/Bootstrap 下的 Estimates，再點 Standardized Direct Effects 可得直接效果係數。

Standardized Direct Effects (Group number 1 - Default model)

	制控信念	道德解離
道德解離	.514	.000
違例行為	.164	.423

十三、點 Estimates/Bootstrap 下的 Estimates，再點 Standardized Total Effects 可得總效果係數。

Standardized Total Effects (Group number 1 - Default model)

	制控信念	道德解離
道德解離	.514	.000
違例行為	.382	.423

表 1 顯示間接效果 (0.218, $0.514 \times 0.423 = 0.218$) 信賴區間 (0.162-0.283) 不包含 0, 達顯著效果 ($p < 0.05$), 表示運動道德解離具有中介效果。在直接效果(0.164) 信賴區間 (0.057-0.280) 不包含 0, 達顯著效果, 總效果 (0.382, 總效果=直接效果+間接效果, $0.164+0.218=0.382$) 信賴區間 (0.286-0.477) 不包含 0, 達顯著效果, 顯示運動道德解離在制控信念與犯規違例間為部分中介效果。

表 1 中介效果摘要表

	Estimate	p value	Confidence Interval
Indirect effect			
LC→MDS→RT	0.218	< 0.05	0.162-0.283
Direct effect			
LC → MDS	0.514	< 0.05	0.421-0.587
MDS → MDS	0.423	< 0.05	0.316-0.506
LC → MDS	0.164	< 0.05	0.057-0.280
total effect			
LC → MDS	0.382	< 0.05	0.286-0.477

註：制控信念 (locus of control, LC), 運動道德解離 (moral disengagement in sport, MDS), 違例行為(rule transgression, RT)

伍、結語

結構方程模式 Bootstrap 方法運用在中介效果在國外已逐漸蔚為風行, 但在國內的體育運動學術研究, 目前僅有少數學者採用此結構方程模式發表, 因此將 Bootstrap 的原理、操作方法及表格製作提供, 以提高國內體育運動學術的研究。

參考文獻

- 沈緯鈞、廖主民(2011)。運動心理因子之中介模式分析策略—重新審視迴歸分析取向。《中華體育季刊》，25(1)，91-99。
- 徐茂洲(2013)。綠島水域運動觀光客行為傾向模式中中介效果驗證之研究。《運動休閒管理學報》，10(2)，41-61。
- 張玉琳(2013)。企業運動贊助對贊助績效影響之研究：形象轉移中介角色，品牌熟悉度稀釋效果與一致性調節形中介角色之探討。《企業管理學報》，(97)，87-112。
- 陳聖岳、徐茂洲、陳景元、徐欽賢(2012)。蹺泳運動賽會參與者行為傾向模式之研究—中介效果驗證。《運動休閒管理學報》，9(2)，158-179。
- Baron, R. M., & Kenny, D. A. (1986). The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations. *Journal of Personality and Social Psychology*, 51(6), 1173-1182.
- Efron, B. (1979). Bootstrap methods: Another look at the Jackknife. *The Annals of Statistics*, 7(1), 1-26.
- Efron, B., & Tibshirani, R. (1993). *An introduction to the Bootstrap*. New York: Chapman & Hall/CRC.
- MacKinnon, D. P. (2008). *Introduction to Statistical Mediation Analysis*. New York, NY: Lawrence Erlbaum Associates.
- Shrout, P. E., & Bolger, N. (2002). Mediation in experimental and nonexperimental studies: New procedures and recommendations. *Psychological Methods*, 7(4), 422-445.
- Sobel, M. E. (1982). Asymptotic confidence intervals for indirect effects in structural equation models. In S. Leinhardt (Ed.), *Sociological methodology 1982* (pp. 290-312). San Francisco: Jossey-Bass.
- Sobel, M. E. (1986). Some New Results on Indirect Effects and their Standard Errors in Covariance Structure Models. In N. B. Tuma. (Ed.), *Sociological methodology 1986* (pp. 159-186). Washington DC: American Sociological Association.

Tsai, J. J., Wang, C. H., & Lo, H. J. (2014). Locus of control, moral disengagement in sport, and rule transgression of athletes. *Social Behavior and Personality*, 42(1), 59-68.

Zhao, X., Lynch, J. G., & Chen, Q. (2010). Reconsidering Baron and Kenny: Myths and truths about mediation analysis. *Journal of Consumer Research*, 37, 197-206.