

## 第五章 討論與結論

本章依據第肆章數據分析的結果與相關文獻進行探討，本章節分為：一、討論；二、結論；三、建議等三大部分。

### 一、討論

#### (一) 攝取咖啡因與碳水化合物對血清游離脂肪酸之影響

人體在安靜休息時血液中游離脂肪酸的含量僅有約 7~8 大卡 (kcal)，因此，運動會刺激腎上腺素分泌，而活化脂肪細胞中的荷爾蒙敏感性脂肪酶 (hormone sensitive lipase)，將三酸甘油酯分解為游離脂肪酸與甘油釋放至血液中，隨後傳送並進入肌肉細胞供運動中使用 (Glatz, Bonen, & Luiken, 2002) 而攝取咖啡因會顯著提升血液中腎上腺素的濃度，刺激脂肪組織分解三酸甘油酯釋放游離脂肪酸進入血液中 (Williams, 2005)。因此，過去的研究認為攝取咖啡因可以增加耐力性運動中脂肪的氧化，而節省肌肉肝糖延緩疲勞的發生，進而促進耐力性運動表現 (Graham, 2001)。

本研究的數據分析後發現在阻力運動前後 (pre-exe、P0、P15 與 P30) CAF 的血清游離脂肪酸濃度顯著高於 CON、CHO 與 CHO+CAF ( $p < .05$ )。而 CHO 則在阻力運動前後 (pre-exe、P0 與 P15) 顯著低於 CON ( $p < .05$ )。此外，在阻力運動後 (P0、P15 與 P30) CHO+CAF 顯

著低於 CON ( $p < .05$ )。在時間因子方面，攝取含葡萄糖實驗處理 (CHO 與 CHO+CAF) 的血清游離脂肪酸濃度與安靜休息值 (pre-60) 沒有顯著差異 ( $p > .05$ )，而 CON 與 CAF 則顯著高於安靜休息值 ( $p < .05$ )。從本研究的結果可以發現攝取咖啡因的確會顯著提升阻力運動前後的血清游離脂肪酸濃度。然而，攝取含有葡萄糖的實驗處理 (CHO 與 CHO+CAF) 在阻力運動前後的游離脂肪酸濃度卻顯著低於 CON。攝取葡萄糖會刺激胰島素的分泌，而血液中胰島素濃度上升會增加組織細胞對能量受質 (葡萄糖、胺基酸、游離脂肪酸) 的攝入，並抑制荷爾蒙敏感性脂肪酶的分泌，降低脂肪組織三酸甘油酯的解脂作用 (Williams, 2005)。因此，攝取含葡萄糖的飲食可能增加細胞對游離脂肪酸的攝入，並減少脂肪組織釋放游離脂肪酸，而降低血液中游離脂肪酸的濃度。而本研究中 CHO+CAF 雖然也有攝取咖啡因，但是由於血液中的胰島素反應並沒有受到抑制，因此，反而導致游離脂肪酸的濃度下降，而這樣的結果與 Wells 等 (1985) 的研究結果相同。

## (二) 攝取咖啡因與碳水化合物對血漿葡萄糖之影響

人體內正常的血糖濃度為 80~100 mg/dl，血糖濃度的穩定對人體的正常運作十分重要。因此，體內透過許多荷爾蒙與相關的機制來幫助維持血糖濃度，而其中胰島素可以促進組織細胞利用或攝入葡萄糖

來降低血糖濃度。其它例如：升糖素 (glucagon)、腎上腺素與皮質固醇也都是調節血糖濃度的主要荷爾蒙 (Williams, 2005)。

本研究的數據分析後發現各實驗處理在阻力運動前後各個時間點之血漿葡萄糖濃度皆無顯著差異 ( $p > .05$ ), 但 CHO 與 CAF 在時間因子方面則有顯著差異 ( $p < .05$ )。先前的研究發現葡萄糖的攝取可以顯著在 15 分鐘內立即提高血糖濃度, 然而, 高血糖濃度會刺激胰島素的分泌導致血糖濃度下降 (Stephen 等, 2006)。本研究在 CHO 與 CHO+CAF 攝取葡萄糖後 1 小時抽血分析結果發現血糖濃度並無顯著變化, 但 2 組血液中胰島素濃度皆顯著高於 CON。本研究的結果雖然與過去的研究有所差異 (Haff 等, 1999; Haff 等, 2000; Haff 等, 2001), 但這可能與本研究中葡萄糖攝取與抽血的時間點間隔太長 (60 分鐘) 有關。此外, Graham 等 (2000) 的研究指出攝取咖啡因 1 小時後會顯著增加血糖與游離脂肪酸濃度。然而, 本研究的受試者在攝取咖啡因後, 在運動後 (P0、P15 與 P30) 的血糖濃度雖然顯著高於安靜休息值 (pre-60), 但與其它組比較並無顯著差異, 而游離脂肪酸濃度則顯著增加。過去的研究認為碳水化合物攝取, 刺激胰島素分泌會促進細胞對血液中能量受質的攝入, 而降低血液中能量受質的濃度, 會刺激下視丘促進生長激素的分泌, 生長激素具有刺激胺基酸與甘油在肝臟的糖質新生作用、阻止葡萄糖進入脂肪細胞而增加脂肪組

織的分解與刺激蛋白質的合成的功能 (Van Loon 等, 2003)。因此，本研究中 CHO、CAF 與 CHO+CAF 的血糖濃度雖然沒有顯著變化，然而，卻顯著影響其它相關內分泌的反應，未來的研究可針對阻力運動前攝取葡萄糖的時間點與內分泌反應的變化作更進一步的探討。

### (三) 攝取咖啡因與碳水化合物對血清乳酸之影響

先前的研究發現運動前攝取咖啡因會顯著提升耐力性運動中與運動後恢復期的血乳酸濃度 (Graham, 2001)。然而，過去的研究皆指出咖啡因的攝取可以增加血液中游離脂肪酸的濃度，促進脂肪的氧化而節省碳水化合物的使用。因此，攝取咖啡因導致相同強度的運動後血液中乳酸濃度增加與攝取咖啡因可以節省肝糖的論點有所矛盾。Graham 等 (2000) 的研究發現攝取咖啡因會顯著提升運動中動脈血的乳酸濃度，但是肌肉細胞中的乳酸濃度與運動肌肉群靜脈血中的乳酸濃度與安慰劑組卻無顯著差異。因此，攝取咖啡因後導致運動中與運動後血液中乳酸濃度的顯著提升可能與咖啡因會抑制身體組織對乳酸的清除有關。

然而，本研究的數據分析後發現各實驗處理在阻力運動前後各個時間點之血清乳酸濃度皆無顯著差異 ( $p > .05$ )，但在時間因子方面則有顯著差異 ( $p < .05$ )。因此，本研究發現攝取咖啡因並不會顯著提

升阻力運動後恢復期血乳酸濃度，這樣的結果與耐力性運動的研究結果並不相同，但是這可能與運動中能量來源的差異有關，Wu and Lin (2006) 的研究發現阻力運動中的呼吸交換率 (RER) 接近 1 而在運動後恢復期則接近 0.7，意指在阻力運動中人體幾乎以碳水化合物作為能量來源，在恢復期則大量氧化脂肪作為能量來源，而耐力性運動中則根據運動強度高低的不同，有部份比例的能量來源來自脂肪的氧化，過去的研究也指出阻力運動中的主要能量來源為肌肉肝醣 (Dudley, 1998; Haff 等, 2000)。此外，在本研究中攝取咖啡因後血糖的濃度並沒有顯著提高。因此，在進行相同強度的阻力運動前攝取咖啡因似乎無法顯著增加無氧糖解作用而促進乳酸的生成。此外，本研究也發現攝取葡萄糖對血液中乳酸濃度沒有顯著影響。Kraemer 等 (1998) 的研究結果亦發現運動前後同時攝取碳水化合物與胺基酸並不會顯著影響運動後恢復期的血乳酸濃度。而本研究中同時攝取咖啡因與葡萄糖對血乳酸的濃度亦沒有顯著影響。

#### **(四) 攝取咖啡因與碳水化合物對血清胰島素之影響**

胰島素會促進組織細胞增加對葡萄糖、游離脂肪酸與胺基酸的攝入，因而增加肌肉肝醣與蛋白質的合成，有利於阻力運動後肌肉組織的合成與恢復 (Volek, 2003)。過去的研究皆顯示在阻力運動前後攝取

葡萄糖或胺基酸可以顯著提升運動後恢復期血液中胰島素的濃度 (Kraemer 等, 1998; Williams 等, 2002; Stephen 等, 2006), 而阻力運動後血液中胰島素濃度的提升似乎有利於其它同化性荷爾蒙的分泌 (Van Loon 等, 2003), Chandler 等 (1994) 的研究讓 9 名受試者在阻力運動後立即與運動後 2 小時攝取不同成分的增補劑, 研究結果發現碳水化合物組與碳水化合物+胺基酸組的血液胰島素濃度顯著高於安慰劑組與胺基酸組。Stephen 等 (2006) 的研究讓受試者在運動中攝取不同成分的增補劑也發現類似的結果。因此, 攝取含碳水化合物的飲食對於胰島素濃度提升的效果可能優於僅攝取胺基酸。此外, Tipton 等 (2001) 與 Rasmussen 等 (2000) 的研究亦發現在阻力運動前攝取胺基酸+碳水化合物會比在運動後恢復期攝取產生更高濃度的胰島素與肌肉蛋白合成率, 而 Roy 等 (1997) 研究指出在阻力運動後立即與運動後 1 小時攝取碳水化合物可以顯著增加胰島素濃度, 尿液中三甲基組胺酸與氮的濃度顯著低於安慰劑組, 此外, 肌肉蛋白的合成率也顯著高於安慰劑組, 這些研究的結果顯示碳水化合物的增補可以降低胺基酸的去胺基作用而降低蛋白質的分解。

本研究在阻力運動前一小時讓受試者分別攝取葡萄糖、咖啡因與葡萄糖+咖啡因, 研究數據分析後發現 CHO 在 pre-exe、P0 與 P15 等時間點, 血清胰島素的濃度皆顯著高於 CON ( $p < .05$ ), 而 CHO+

CAF 在 pre-exe 和 P0 與 CON 亦有顯著差異 ( $P < .05$ )，因此，本研究發現攝取含有葡萄糖的實驗處理 (CHO 與 CHO+CAF) 在阻力運動前後的血清胰島素濃度皆顯著增加。過去的研究指出咖啡因的攝取會顯著提升血液中兒茶酚胺的濃度，因而抑制胰島素的分泌 (Van Handel, 1983; Greer, 1998)。從本研究結果發現 CAF 在攝取咖啡因後的胰島素濃度雖然顯著低於安靜休息值 (pre-60) ( $p < .05$ )，但與 CON 之間並沒有顯著差異 ( $p > .05$ )。此外，同時攝取咖啡因與葡萄糖並不會顯著抑制胰島素的分泌，反而在阻力運動前後 (pre-exe 和 P0) 顯著增加。因此，咖啡因的攝取似乎並不會顯著降低葡萄糖攝取對胰島素濃度提升的效果，這樣的結果與 Wells 等 (1985) 的研究指出碳水化合物搭配咖啡因的攝取可能會抵消咖啡因在能量代謝上的增補效果相同。

#### **(五) 攝取咖啡因與碳水化合物對血清睪固酮之影響**

睪固酮除了可以直接刺激肌肉組織的合成之外，也可藉由刺激生長激素的分泌，引起肝臟合成與釋放類胰島素成長因子 (Kraemer, 2004)。因此，血液中睪固酮的濃度被視為是體內建構組織 (同化性作用) 的指標。過去研究指出單一次阻力運動後會使睪固酮濃度短暫提升後隨即下降，甚至低於安靜休息值 (Kraemer 等, 1991; Chandler 等, 1994)。此外，部份研究指出在阻力運動前和運動後攝食會使血液

中睪固酮的濃度顯著低於安慰劑組 (Chandler 等, 1994; Kraemer 等, 1998; Kraemer 等, 2006)。Bloomer 等 (2000) 的研究發現運動後攝食可以顯著提升胰島素濃度，但卻顯著降低睪固酮的分泌。由於在阻力運動後恢復期攝取食物會促進肌肉蛋白的合成。因此，有學者認為睪固酮濃度的降低是因為運動肌肉群的肌肉細胞增加對睪固酮的攝入，Kraemer 等 (2006) 的研究發現阻力運動後攝食會增加肌肉組織的雄性荷爾蒙接受器的數量促進細胞對睪固酮的攝入，導致血液中睪固酮濃度下降，因而刺激下視丘透過負回饋的機制增加促黃體生成激素 (luteinizing hormone) 的分泌。因此，由上述的研究結果可以了解阻力運動前後攝取食物導致血液中睪固酮濃度的下降可能更有利於肌肉蛋白的合成。

本研究的數據分析後發現 CHO 與 CON 和 CHO+CAF 與 CON 的血清睪固酮濃度在時間點 pre-exe、P0、P15 與 P30 有顯著差異 ( $p < .05$ )，而 CAF 與 CON 在阻力運動前後皆無顯著差異 ( $p > .05$ )。此外，CHO 在阻力運動前後 (pre-exe、P0、P15 與 P30) 的血清睪固酮濃度皆顯著低於安靜休息值 (pre-60) ( $p < .05$ )，而 CHO+CAF 僅在運動前 (pre-exe) 顯著低於安靜休息值，而 CAF 與 CON 則與過去的研究結果相似，在阻力運動後 (P0) 顯著提升 ( $p < .05$ )，隨後下降。因此，由本研究的結果可以發現攝取含有葡萄糖之實驗處理 (CHO 與



CHO+CAF) 的確會導致阻力運動前後血清睪固酮濃度的顯著下降，先前研究結果認為碳水化合物攝取會導致阻力運動後血液中胰島素濃度與睪固酮濃度呈現負相關 (Bloomer 等, 2000; Volek 等, 2001; Stephen 等, 2006)，而本研究也發現類似的結果。然而，在阻力運動後 (P0 與 P15) CHO 的血清睪固酮濃度又顯著低於 CHO+CAF ( $p < .05$ )。因此，CHO 比起 CHO+CAF 似乎更可以在阻力運動後增加肌肉細胞對睪固酮的攝入，進而促進蛋白質的合成。先前雖然有研究發現高濃度的游離脂肪酸會抑制睪固酮的分泌 (Meikle 等, 1989)，但是根據過去的動物研究發現老鼠攝取每公斤體重 30 與 60 mg 的咖啡因會顯著增加血液中睪固酮的濃度 (Pollard, 1989)。然而，本研究發現單獨攝取咖啡因雖然顯著提升血液中游離脂肪酸濃度，可是對阻力運動後恢復期血液中睪固酮的濃度並沒有顯著影響。因此，同時攝取葡萄糖與咖啡因為何會降低肌肉細胞對睪固酮的攝入，是否咖啡因的攝取會降低阻力運動後肌肉組織內雄性荷爾蒙接受器的數量或活性，導致肌肉細胞對睪固酮的攝入減少，未來可能還需要更進一步的研究來證實相關的機制。

## (六) 攝取咖啡因與碳水化合物對血清生長激素之影響

生長激素可以促進肌肉與骨骼的生長、刺激肝臟合成與釋放類胰

島素成長因子並且在能量代謝上可以在運動時促進蛋白質合成、脂肪組織的解脂作用、葡萄糖的保存和肝臟的糖質新生作用 (Kraemer 等, 2005)。過去研究的結果指出碳水化合物、脂肪與蛋白質的攝取對生長激素的分泌有獨立的影響 (Volek, 2004)。研究指出攝取含碳水化合物的飲食會導致血糖濃度升高而降低生長激素的分泌，但是血糖濃度的提升則會刺激胰島素分泌導致血糖濃度下降使生長激素的濃度回升 (Frystyk 等, 1997; Van Loon 等, 2003)。因此，生長激素濃度可能受胰島素分泌所引發的低血糖現象而提升。然而，先前的研究結果對於胰島素濃度提升是否可以促進生長激素的分泌仍有爭議，Chandler 等 (1994) 和 Kraemer 等 (1998) 的研究認為胰島素濃度的增加可以促進生長激素的分泌，但 Williams 等 (2002) 和 Stephen 等 (2006) 的研究發現雖然攝取碳水化合物可以顯著提升運動後胰島素的濃度，但是生長激素的濃度與安慰劑組卻無顯著差異。此外，先前的研究發現血液中葡萄糖與游離脂肪酸的濃度增加可能會抑制生長激素的分泌而不利於阻力運動後同化性的環境 (Nakagawa 等, 2002; Van Loon 等, 2003; Van Dam 等, 2000; Kok 等, 2004)。

本研究的數據分析後發現在阻力運動後恢復期 (P0 與 P15) CON、CHO、CAF 與 CHO+CAF 的血清生長激素濃度皆顯著高於安靜休息值 (pre-60) ( $p < .05$ )。然而，CHO 在時間點 P0 的血清生長激

素濃度顯著高於 CON ( $p < .05$ )，而 CAF 在時間點 P0、P15 與 P30 時則顯著低於 CON ( $p < .05$ )。因此，本研究的結果指出在阻力運動前攝取葡萄糖會使血糖上升，導致阻力運動前後 (pre-exe、P0 與 P15) 血液中胰島素濃度顯著增加，的確有利於阻力運動後恢復期生長激素的分泌。此外，本研究亦發現在阻力運動前攝取咖啡因，會導致阻力運動前後 (pre-exe、P0、P15 與 P30) 血液中游離脂肪酸濃度的顯著高於其它各組，並且導致阻力運動後恢復期 (P0、P15 與 P30) 生長激素的濃度顯著低於 CON。過去的動物實驗指出讓老鼠攝取每公斤體重 30 與 50 mg 的咖啡因會促使下視丘釋放生長激素抑制素抑制生長激素的分泌 (Spindel, Arnold, Cusack, & Wurtman, 1980)。此外，先前的研究指出當血液中游離脂肪酸濃度下降時，可以促進生長激素的分泌進而增加脂肪組織的解脂作用，提升血液中游離脂肪酸的濃度，然而，血液中游離脂肪酸濃度過高也會對下視丘產生負回饋，抑制促生長激素釋放激素 (GHRH) 的分泌，因而導致腦下垂體前葉降低生長激素的釋放 (Lanzi, 1999)。Goto 等 (2004) 的研究亦指出阻力運動前血液中高濃度的游離脂肪酸會顯著降低阻力運動後生長激素的反應。而本研究亦認為攝取咖啡因導致游離脂肪酸濃度的立即提升 ( $0.5 \pm 0.2$  mmol /L 至  $1.5 \pm 1.0$  mmol /L) 的確不利於阻力運動後恢復期生長激素的釋放，而 CHO 在運動前攝取葡萄糖導致游離脂肪酸濃度的

立即下降則有利於運動後生長激素的分泌。然而，長期攝取咖啡因是否會降低阻力訓練的訓練效果則有待研究進一步證實。此外，本研究的結果發現 CHO+CAF 在阻力運動前後 (pre-exe 與 P0) 的胰島素濃度雖然顯著高於 CON，但是生長激素的濃度與 CON 卻沒有顯著差異。此外，CHO+CAF 在阻力運動前後血液中游離脂肪酸濃度並無顯著提升，反而在時間點 P0、P15 與 P30 時顯著低於 CON。因此，本研究的結果發現儘管攝取咖啡因不利於阻力運動後生長激素的釋放。然而，同時攝取咖啡因與葡萄糖雖然顯著增加胰島素濃度並且降低游離脂肪酸濃度，但生長激素的濃度與控制處理並無顯著差異。所以似乎還有其它因素會顯著影響阻力運動後生長激素的反應，未來仍需要進一步的研究來證實。

### (七) 攝取咖啡因與碳水化合物對血清皮質固醇之影響

皮質固醇的功能包括 1.促進蛋白質分解成胺基酸，並送至肝臟進行糖質新生作用; 2.與胰島素產生拮抗作用，抑制細胞對葡萄糖的攝取與氧化; 3.促進脂肪組織分解三酸甘油酯成甘油與脂肪酸 (Kraemer, 2004)。對於骨骼肌來說，皮質固醇是屬於異化性的荷爾蒙會同時刺激 Type I 與 Type II 肌肉纖維中肌肉蛋白的降解並且抑制蛋白質的合成。皮質固醇的分泌會刺激肝臟的糖質新生作用來維持血糖與肌肉肝

糖的水準。因此，理論上碳水化合物的攝取可以提升血糖濃度刺激胰島素分泌，增加組織細胞攝入葡萄糖，減少體內對糖質新生作用的需求，而降低血液中皮質固醇的濃度 (Haff 等, 2003)。此外，研究也證實血液中較低水準的皮質固醇濃度可以增加促生長激素釋放激素 (GHRH) 的分泌，增加生長激素的釋放 (Dinan, Thakore, & O'KEANE, 1994)。因此，血液中低濃度的皮質固醇不僅可以降低肌肉蛋白的分解，同時可以促進生長激素的分泌。然而，先前的研究結果對於阻力運動前後攝取碳水化合物或胺基酸是否可以降低血液中皮質固醇的濃度仍有爭議。Kraemer 等 (1998)、Bloomer 等 (2000) 和 Williams 等 (2002) 的研究指出在阻力運動前、後攝取碳水化合物或碳水化合物+胺基酸，血液中皮質固醇濃度顯著低於安靜休息值，但是與安慰劑組並無顯著差異。然而，Tarpinning 等 (2003) 和 Stephen 等 (2006) 的研究指出攝取含碳水化合物的飲食可以顯著降低皮質固醇的反應，而這 2 個研究也發現皮質固醇濃度的下降可能與胰島素濃度的上升有關。

本研究的數據分析後發現 CAF 與 CON 在阻力運動後恢復期 (P0、P15、P30) 的血清皮質固醇濃度皆顯著高於運動前安靜休息值 (pre-60) ( $p < .05$ )，而 CHO 與 CHO+CAF 在阻力運動後的濃度則與安靜休息值沒有顯著差異 ( $p > .05$ )，在阻力運動前 (pre-exe) CAF 與

CHO+CAF 的血清皮質固醇濃度皆顯著高於 CON ( $p < .05$ )，而在阻力運動後恢復期 (P0 與 P15) CHO 顯著低於 CON ( $p < .05$ )，但 CAF 組和 CHO+CAF 與 CON 則無顯著差異 ( $p > .05$ )。因此，本研究的結果發現在阻力運動前攝取含有葡萄糖的實驗處理 (CHO 與 CHO+CAF) 的確可以緩和阻力運動後皮質固醇的反應。然而，雖然在阻力運動前後 CHO 與 CHO+CAF 的胰島素濃度皆顯著上升，但是僅有 CHO 在阻力運動後皮質固醇的反應顯著低於 CON。此外，本研究發現攝取咖啡因並不會促進或抑制阻力運動後恢復期皮質固醇的反應。Lovallo 等 (2006) 的研究指出攝取咖啡因可以顯著提高安靜休息時血液中皮質固醇濃度，而研究者認為這與咖啡因會刺激中樞神經系統興奮有關。因此，本研究的結果與先前的研究結果相似。在阻力運動前攝取含有咖啡因的實驗處理 (CAF 與 CHO+CAF) 的確會顯著提高運動前安靜休息時血液中皮質固醇的濃度，但是在阻力運動後則無顯著差異。此外，雖然在阻力運動前攝取葡萄糖可以有效降低運動後皮質固醇的反應。然而，若同時攝取咖啡因與葡萄糖則會抵消葡萄糖的增補效果。

## 二、結論

本研究旨在探討阻力運動前攝取咖啡因與碳水化合物對阻力運動前後血液中能量受質與同化性荷爾蒙濃度的影響，所得到的結論如下：

- (一) 在阻力運動前攝取咖啡因會顯著提升運動前後血液中游離脂肪酸的濃度，而攝取葡萄糖的實驗處理則會顯著降低運動前後血液中游離脂肪酸的濃度。此外，攝取咖啡因或葡萄糖對阻力運動前後血液中葡萄糖與乳酸濃度並無顯著影響。
- (二) 在阻力運動前攝取葡萄糖會顯著提升運動後生長激素與胰島素的反應，降低血液中睪固酮濃度，並且抑制皮質固醇的分泌，因此，阻力運動前攝取葡萄糖的確有利於運動後肌肉蛋白合成的內分泌環境。
- (三) 在阻力運動前攝取咖啡因會顯著抑制運動後生長激素的反應，但是對於胰島素、睪固酮與皮質固醇的分泌則無顯著的影響。
- (四) 在阻力運動前同時攝取咖啡因與葡萄糖會顯著提升運動後胰島素的反應，降低血液中睪固酮的濃度，然而，睪固酮降低的量顯著低於僅攝取葡萄糖的實驗處理。此外，對生長激素與皮

質固醇並無顯著影響。因此，咖啡因的攝取可能會抵消葡萄糖攝取對阻力運動後同化性荷爾蒙分泌環境所產生的增進效果。

### 三、建議

根據本研究的結果與討論，提供以下數點建議供未來相關的研究做參考：

- (一) 本研究結果發現單一次阻力運動前攝取咖啡因可能會抑制運動後立即的生長激素的反應。因此，建議可以針對長期攝取是否會影響阻力訓練的效果作進一步的研究。
- (二) 在本研究中阻力運動前單獨攝取葡萄糖似乎有利於阻力運動後肌肉蛋白的合成環境。因此，建議未來可針對葡萄糖攝取的時間點、攝取量與長期的訓練效果進行更進一步的探討。
- (三) 過去的研究指出血液中高濃度的游離脂肪酸可能降低生長激素的反應，而本研究也發現相同的結果。因此，建議未來的研究可進一步分析促進或抑制生長激素分泌的（促生長激素釋放激素與生長激素抑制素）的相關荷爾蒙以便能夠更詳細的解釋咖啡因攝取對生長激素抑制的機轉。



(四) 本研究發現咖啡因的攝取會降低葡萄糖攝取對阻力運動後肌

肉蛋白合成環境所帶來的正面效果。然而，咖啡因與葡萄糖是人類飲食中十分常見的成分。因此，建議未來的研究可以針對咖啡因搭配碳水化合物攝取對阻力運動後肌肉蛋白合成環境的影響進行更多相關的研究。