

探究咖啡因對運動能力(反應)的影響

恆常運動者和非恆常運動者在吸收咖啡因後對反應時間的影響

摘要

咖啡因——一種日常生活隨處可見的化合物，卻深受社會各界用資源時間進行各種研究，尤其是運動相關的研究。本研究是希望結合以往實驗者的經驗和成果，以實驗形式更深入地研究不同人仕（恆常和非恆常運動者）在指定時間內吸收一定份量的咖啡因後在反應時間的改變，再以 SPSS 分析 2 組實驗的數據和相關性，望能找出時常運動的人會否更容易令咖啡因發揮效用，期望得出的結果可以應用在不同水平的運動訓練上，例如不同人仕在咖啡因輔助下訓練的成果分別。經過半年的預備和研究，參考過很多學者的文獻和研究，設計了一個簡單的運動科學實驗，對 40 位測試者進行研究，而最後得出了正面的結果，咖啡因確能減少人的反應時間，並在攝入咖啡因後 30 分鐘到達至最佳效果。對於不同人仕競技時的反應表現有所提升，能更加投入於競技環境。

一、研究論緒及動機

研究背景

運動員為了提升自己的運動表現和成績，往往會透過持續而有規律的訓練來達到目標，但在運動場上，常存在着一個說法：「在比賽前吸收含有咖啡因的能量飲品就能提升運動表現！」根據美國知名運動員營養顧問 Sass 在 2008 的書籍中提到：「在適度攝取的大前提下，咖啡因可是一種『超級食物』，對於時常運動的人來講，咖啡因可以加強運動效果。」另一方面，郝之仕 (2014) 在運動筆記的專欄中寫到展開一天工作時弄上一杯香濃咖啡，是現代約一半上班族的寫照。可見咖啡因在社會上的普遍。而社會中也有不少針對咖啡因和反應時間的研究，例如 Doyle, Lutz, Pellegrino, Sanders & Arent 在 2016 年對大學不同組別的劍擊運動員進行咖啡因對反應時間和準確性影響的實驗，以及 Aniței, Schuhfried & Chraif 在對 2011 年對羅馬尼亞大學生進行咖啡因對反應時間和視聽表現影響的實驗等等，證明了咖啡因確是一個值得探究的題目。

文獻回顧

咖啡因是一種常見的興奮劑並且合法的藥物，是一種植物生物鹼，可以在 63 種不同植物中提煉出來，例如茶葉，巧克力，咖啡豆，可可豆等 (林文煌，1996)，在攝取後會透過胃部與小腸進入血管，相應的，心率會加快，血壓會上升，只要在服用十分鐘之後便會產生效用，同時咖啡因是屬於水溶性的，不會在體內殘留，而且百分之九十九都會被身體吸收，然後在肝臟中降解，再由尿液中排出，一般來說在體內停留 6-14 小時。(Spiro & Hunter, 1985)。

適度攝入咖啡因能減低頭痛時的痛楚，振奮精神，消除疲勞，加快反應，提昇工作效率，從而提升運動神經表現，如反應時間，爆發力等等，相反當過度使用時，咖啡因是一種毒品，會引致神經過敏，焦慮，肌肉抽搐，失眠等，也會增加膽固醇和胃酸，對身體帶來負面效果 (余佳謙 & 林佳儒，2005)。當一日攝入超過每公斤體重 150 mg 的咖啡因時，就能致死 (武桂新，2011)。由於咖啡因是水溶性的，所以很多飲料都含有咖啡因，例如日常生活中常見的咖啡，綠茶，可樂，紅牛飲料等等。

咖啡因一直是運動界的一項爭議，不論以咖啡因輔助訓練，還是提升比賽表現也是很多研究者的研究範圍，有很多研究(見下文)證明咖啡因使運動員的運動體適能有明顯提升，對運動表現有直接幫助，情況和禁藥有點相似，然而咖啡因在 2004 起從國際奧林匹克委員會的違禁藥物名單中除下，只要在限額為尿液中咖啡因的濃度低於 $12\mu\text{g ml}^{-1}$ 就不會違規 (Keisler, & Armsey II, 2006)。咖啡因可影響運動員表現，但在日常飲食中小不免也能接觸到，同時又不違法，所以在運動競技屆中的使用和限制一向都存在著爭議，也提高了我的研究動機。

另一方面，研究咖啡因一向也是科研界的一大方向：

Woolf, Bidwell & Carlson (2008) 說出攝入咖啡因後對賽艇運動員的無氧耐力表現的效果。結果顯示經過連續訓練的賽艇運動員在運動前 1 小時攝入 $6-9\text{mg kg}^{-1}$ 咖啡因可提升在划艇機進行 2000 米沖刺的表現。證明了攝入咖啡因後能提升短距離無氧耐力的運動表現。

Schneiker, Bishop, Dawson & Hackett (2006) 對團體運動員在間歇訓練的表現作出了研究。受試者來自澳洲的曲棍球，足球和欖球員。在咖啡因攝入後，在間歇訓練中的沖刺階段的表現有顯著提升。另外，半程沖刺訓練的受試者中的平均爆發力，也整體顯著提高。

以下是一些研究咖啡因與反應時間的實驗：

Carrie (2012)的實驗研究中說明了男性和女性對吸收咖啡因後，有不同的變化。在一個 60 人(30 男，30 女)的反應時間棒實驗中，男性的反應時間為 191ms，女性的反應時間為 194ms，所以也**假設男性的反應時間會相對較快**。

Terry (2012)的實驗研究中，在喝完半杯咖啡 15 分鐘後，反應時間比當初減少了 0.05s，在喝完餘下的咖啡 30 分鐘後，反應時間比當初減少了 0.03s，所以**假設吸收過咖啡因後 15 分鐘，表現為最佳，而在 30 分鐘後逐步回升**。

Doyle, Lutz, Pellegrino, Sanders & Arent 在 2016 年對大學不同組別的劍擊運動員進行咖啡因對反應時間和準確性影響的實驗中，咖啡因對運動員的反應時間有顯注上升($p = 0.03$)和準確性也有顯注上升($p = 0.02$)。

而紅牛是一種市面上十分普遍的能量飲品，根據紅牛公司(2014)的網頁資訊，單是 2013 年，在世界各地的銷量就達到了 53.87 億罐，收入超過 50 億歐元。而社

會各界不少對咖啡因的研究也採用了紅牛作為研究項目，例如 Moore 在 2014 年比較紅牛和安慰劑在反應時間的影響，以及 Alford 同 Wescott 在 2001 對紅牛對人的身理和心理的表現影響也作了研究，還有周慧心(2015) 也對紅牛 24 小時在人體內產生的變化作出點評，證明紅牛是一個適合選擇的實驗品。

總言之，咖啡因有很多研究空間，在反應時間上也有很多方法可以驗證咖啡因的真正影響，以及對不同人士的不同影響，而這次的研究對象則是想看看恆常運動者和非恆常運動者的比較。

目的

為了了解更多有關咖啡因和運動表現的關係，是次專題探究的目標為找出咖啡因對運動能力的影響，而選擇反應時間測試，是因為此運動體適能適合各類型的實驗者，不論是性別，年齡，甚至身體有缺陷的人也有屬於自己的反應時間。同時反應時間較其他運動體適能容易量度，測試方法也很多，例如簡單的抓尺測試和網上按鍵測試，也能在簡單的場地環境進行。

是次探究目的包括：

1. 測試不同受試者在適度攝入咖啡因前後反應時間的分別
2. 找出不同受試者在攝入咖啡因後反應時間表現最好的時段
3. 觀察最理想的反應時間效能可以維持多久

研究假設

1. *假設咖啡因能減少人的反應時間。* (Carrie, 2012) (Terry, 2012) (Doyle, Lutz, Pellegrino, Sanders & Arent, 2016) (Charlotte, 2011)
2. *假設男性的反應時間會相對較快。* (Carrie, 2012)
3. *假設反應時間在吸收過咖啡因後 15 分鐘，表現為最佳，而在 30 分鐘後逐步回升。* (Terry, 2012)

二、研究設計

研究計劃

在進行最終實驗探究前，研究者會先編寫好計劃書，並進行模擬實驗，以確保在往後的探究能更有效度，更有條理地進行。在訂立了最終研究方法後開始尋找研究對象，並會安排測試者閱讀同意書(見附件二)並填寫問卷(見附件一)。參與研究同意書會包括了計劃簡介、研究方法、聯絡方法、並會說明任何風險；而問卷則會包括測試者對咖啡因攝取習慣以及健康申報項目，以確保實驗在低風險和有公開原則的情況下進行。在收集資料後，會進行分析再編寫初稿，跟著會設計海報以匯報之用，並編寫最終報告完成是次研究。

研究對象

是次的研究對象為恆常運動者和非恆常運動者，跟據康文署(2012)的體能活動量小冊子中，體能活動理想級別者為每星期進行5天或以上，累積至少30分鐘或以上中等或劇烈強度的體能活動，而非理想級別者為每星期進行1至2天，每天累積至少30分鐘或以上中等或劇烈強度的體能活動。所以在揀選對像時會首選體育系學生和非體育系學生，年齡為18至25歲，體育系學生必須每星期平均進行5次或以上的體適能訓練；而非體育系學生必須每星期平均進行3次或以下的體適能訓練，以確保實驗的效度。

而在測試者數目方面會採用以下 SurveyMonkey(1999)提供的公式去找出受試者數目，全教大約有300名體育系學生，實驗可信度為90%而接受誤差範圍為10%，而得出來的答案為40，所以在這次研究中，會分別找20位恆常運動者和非恆常運動者進行研究。

測試者會以隨機取樣選取，然而為了能達至每組20人方便實驗計算，在每組最後2名測試者均是先詢問後邀請的形式選取。

$$\frac{\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2 N}\right)}$$

Z=可信度(90%)
p=百分值(0.5)
N=群體大小 (300)
e=誤差範圍 (10%)

研究方法

用來測試反應時間的實驗有很多，例如學校常用的反應抓尺測試，和運動實驗室進行的起步反應測試等等，而在模擬實驗中選擇的是在電腦上進行的**反應按鍵測試** (Jim, 2002)，主要是因為在這個網上測試中，每次能在短時間中進行 5 次反應測試，再找出 5 次中的平均數，能增加實驗的效度，減低實驗誤差，也較容易掌握，而計劃中會以模擬實驗去幫助完成最終實驗設計，並參考實驗中找出的偏差，結合經驗，再以修改。在第二階段的實驗探究中，將會向學校的體育實驗室借用儀器，初步預計會借用 **Bassin 時間記錄儀**，以測試視覺敏感區與手眼協調、預測時間的關係，會比模擬實驗的數據更加準確，效度更高。

The Online Reaction Time Test

Instructions:

1. Click the large button on the right to begin.
2. Wait for the stoplight to turn green.
3. When the stoplight turns green, click the large button quickly!
4. Click the large button again to continue.

Test Number	Reaction Time (in seconds)	The stoplight to watch.	The button to click.
1	<input type="text"/>		
2	<input type="text"/>		
3	<input type="text"/>		
4	<input type="text"/>		
5	<input type="text"/>		
AVG.	<input type="text"/>		

反應按鍵測試



Bassin 時間記錄儀

而在搜集數據後，會以歸納式的**量化研究**，看自變數和因變數的因果關係，並以 **Excel 或 SPSS** 的成對樣本 t 檢定 (Paired Sample t test) 分析實驗的數據和不同組別的相關性，最後會以圖表等關係圖表達結果。也會設計**問卷**，以統計測試者對咖啡因的認知以及吸收或攝取咖啡因的習慣，以減低意料之外的不定因素，例如咖啡因過敏和咖啡因無效的情況，同時也會得到測試者的體適能活動狀況和體重，作為分類測試者和作為研究的備用資料。

實驗物

在咖啡因飲料方面，將會選擇了 250ml 的**罐裝紅牛能量飲品**，內含 80mg 的咖啡因，雖然不少實驗會選用咖啡作為咖啡因飲料，但選擇紅牛的原因除了是罐裝紅牛含有一定份量的咖啡因，能容易量度咖啡因的份量，例如即沖咖啡有不一樣的咖啡因含量，同時在量度份量時也比較困難。而罐裝紅牛含有的咖啡因也比罐裝可樂（34mg/355ml）和綠茶（15mg/240ml）為高(Nutrition Action Health Newsletter, 2006)，以確保咖啡因能對人體產生生理反應，跟據武桂新 (2011)的研究指出，紅牛最主要的成分是牛磺酸、咖啡因、碳水化合物維生素這四類，牛磺酸能存在抗氧化的作用，但對人類的代謝情況卻沒有絲毫影響(武桂新, 2011)，能影響反應時間的元素就只有咖啡因。此外戴維斯 (2014)在美國德州農工大學的研究中，發現只要有每公斤體重 1.5 mg 咖啡因含量，就足以有提神的效果，同時每人每天攝取量應在 300 毫克以下，以確保身體的健康，所以 1.5mg/kg 咖啡因就是這次的實驗單位。一罐 250ml 的紅牛有 80mg 的咖啡因，相對於 53.3kg 的測試者所攝入的咖啡因。

實驗程序

在實驗程序方面，搜集實驗數據的時間共分為 5 個時段，估計用時約 1 小時，每時段進行 5 次 Bassin 反應時間測試，分別為 [1]沒有攝入咖啡因，[2]攝取過咖啡因後 5 分鐘，[3]15 分鐘，[4]30 分鐘和 [5]50 分鐘。以下是實驗過程：

1. 在早上用膳前的情況下在電腦進行 5 次的反應時間測試，並記錄下來
2. 在 2 分鐘內喝一杯容量為每公斤體重 1.5 mg 的紅牛
3. 在喝完後 5 分鐘再進行 5 次的反應時間測試並記錄下來
4. 並在 15 分鐘，30 分鐘，50 分鐘後再進行 5 次的反應時間測試並記錄下來
5. 整理並得出每時段反應時間的平均數
6. 不同圖表和 SPSS 顯示收集回來的實驗數據
7. 分析 2 組數據的趨勢變化和顯著性水平，得出研究結果

探究考慮變數

在實驗考慮變數上，要改變的**獨立變數**是恆常運動者和非恆常運動者在攝入咖啡因後的時間；而觀察和分析的**因變數**是恆常運動者和非恆常運動者在攝入咖啡因後不同時間的反應時間；而最影響實驗結果的**控制變數**分別是實驗品紅牛（250ml），年齡，身體狀態，飲食習慣，室溫，實驗環境等等，會環繞著這三項變數進行數據分析。還有在實驗前 14 小時不能攝入任何咖啡因，因為如文獻中提及咖啡因能在體內停留 6-14 小時，以確保沒有其他因素影響實驗結果。(Spiro & Hunter, 1985)

三、研究道德

在研究道德方面，這次專題研究合乎了公開、公正及公平的學術道德原則。首先本研究設立了問卷和參與研究同意書(見附件二)並會在當中詢問受測者的意願，並且也承諾了受測者資料是不公開的，包括在報告發表會和公眾場合上也會對參與者的資料保密，並且在完成報告 1 年後刪除。同時整個研究的結果也會在監督者的監視下公開給受測者和學校，有高的透明度，而受試者如感到不安和困擾可隨時與首席研究員提出退出實驗。另一方面，本論文也聲明沒有假造、抄襲或更改論文資料，無相關性或斷章取義等違反學術倫理行為。

四、研究結果

問卷結果

本次研究中，每次實驗前均安排了簽定同意書和問卷調查，以保障受試者的權利以及進行初步的資料搜集。以下是一些問卷結果(見附件三)：

- 本次研究共有 40 名受試者，分別有 25 男 15 女，年齡介乎 19 至 25 歲。
- 恆常運動者有 13 名體育系學生，而非恆常運動者則有 6 名體育系學生
- 恆常運動者對咖啡因的認識為 3.05/5 分，而非恆常運動者則是 2.84/5 分
- 恆常運動者共有 4 人未曾飲用過紅牛，而非恆常運動者則有 14 人
- 恆常運動者對攝入咖啡因後的提神程度為 2.89/5，而非恆常運動者則是 3.06/5
- 恆常運動者有 14 人曾攝入含有咖啡因的飲品或食物以提升運動表現，而非恆常運動者則只有 2 人

測試者分析

總結問卷結果，恆常運動者對咖啡因的認識相對比非恆常運動者高，而恆常運動者比較多人認同咖啡因能有助提神和加強運動效果，而較多人曾飲用過紅牛的恆常運動者則認為攝入咖啡因後的提神程度相比非恆常運動者為低，所以實驗中非恆常運動者對咖啡因的反應有可能較高。

實驗過程

是次實驗收集數據日子為 3 月 22 日至 4 月 3 日，為期間 13 日，過程順利。在調查過各種實驗儀器後，決定向教育大學運動科學實驗室借用 Bassin 時間記錄儀，並在實驗期間放置在宿舍房間進行。當受試者答應參與，會先給其參閱同意書再填寫問卷，以保障受試者，再進行 1 小時的實驗程序。並在實驗過程中簽發回報禮卷。



實驗擺設

實驗結果的分析和討論

恆常運動者和非恆常運動者的結果在附件四和附件五。而以下是這次的實驗結果圖表，我會分別以圖表分析受試者在攝入咖啡因後那段反應時間表現最好(表1)以及受試者在吸收咖啡因後反應時間的改變(表2)，以及 SPSS 的成對樣本 t 檢定(Paired Sample t test)去分析數據差異的顯著度。分別為沒有攝入咖啡因和攝入咖啡因後每段時間反應時間表現的比較和每次測試與測試之間時間反應時間表現的比較。數據分析方面，會以圖表和 SPSS 來進行分析，並會跟據是次探究目的的 3 個方向來編寫研究發現。

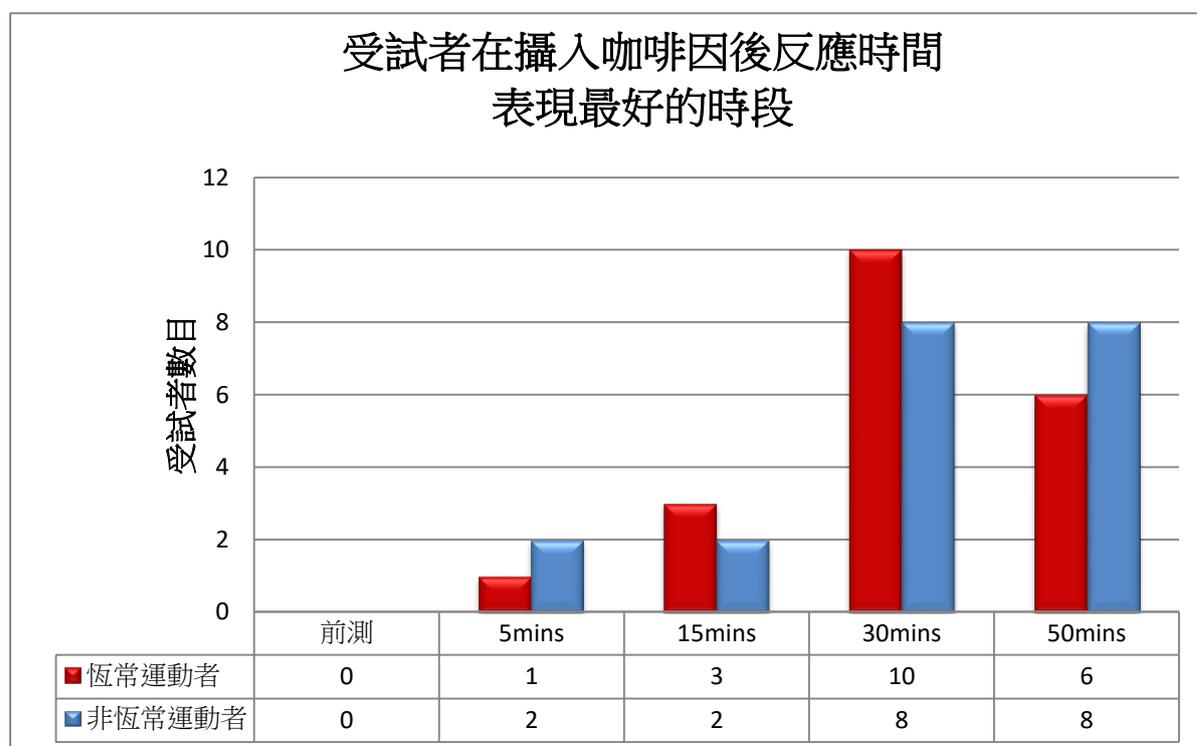


表 1：受試者在攝入咖啡因後反應時間表現最好的時段

而對於那個時段表現最好，表 1 的棒形圖中發現恆常運動者普遍在 30 分鐘表現最好，有 10/20 人，而非恆常運動者在 30 和 50 分鐘表現最好，各有 8/20 人。

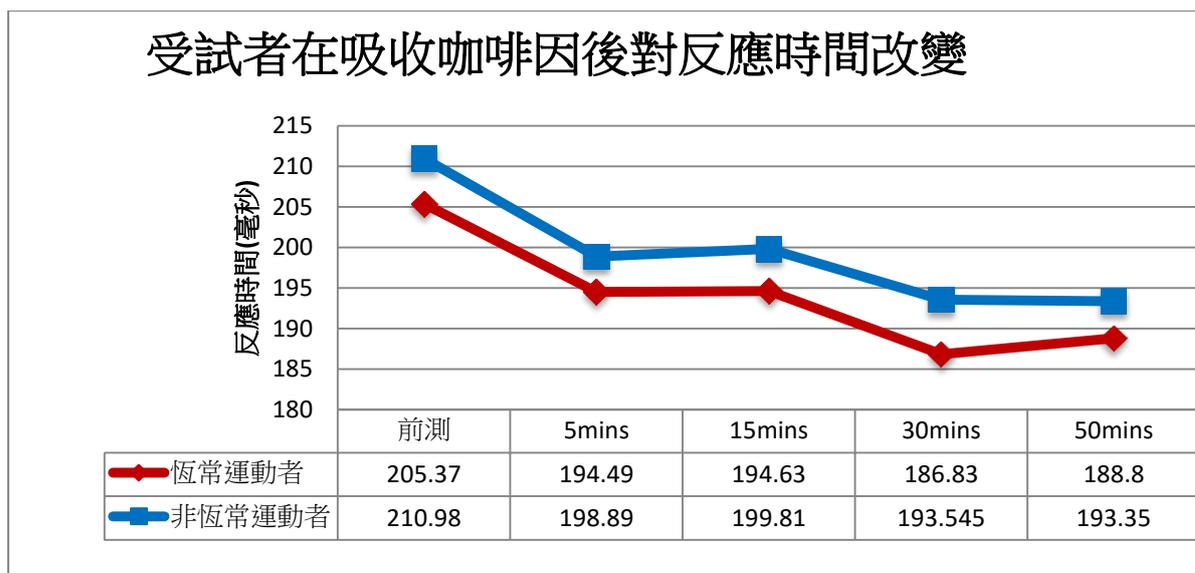


表 2：受試者在吸收咖啡因後對反應時間改變

在表 2 的趨勢圖中看到兩組測試者在攝入咖啡因後最少也比前測平均快多於 10 毫秒，證明咖啡因的確能減少人的反應時間。

而表中顯示恆常運動者普遍在 30 分鐘表現最好，非恆常運動者在 30 和 50 分鐘表現較好，同時也比前測、5 分鐘和 15 分鐘好。

趨勢圖所見，恆常運動者在 30 分鐘左右表現最好，而在 50 分鐘有所回落，所以推測咖啡因對測試者的反應在 30 分鐘達到高峰後開始慢慢減退，但到 50 分鐘時也比 15 分鐘或以前好。而非恆常運動者在 30 至 50 分鐘達到最佳表現，推測測試者的反應在 50 分鐘達到高峰後開始慢慢減退，但 70 分鐘時也比 15 分鐘或以前好。

表3：

恆常運動者在沒有攝入咖啡因和攝入咖啡因後每段時間反應時間表現的比較

		平均值	標準差	平均值標準誤差	95% 誤差的信賴區間		t 統計量	自由度(df)	顯著性水平 (雙測)
					下差	上差			
配對1	前測 -5分鐘	10.88000	11.36794	2.54195	5.55964	16.20036	4.280	19	.000
配對2	前測- 15分鐘	10.74000	9.32277	2.08464	6.37681	15.10319	5.152	19	.000
配對3	前測- 30分鐘	18.54000	13.55179	3.03027	12.19757	24.88243	6.118	19	.000
配對4	前測- 50分鐘	16.57000	13.03017	2.91363	10.47169	22.66831	5.687	19	.000

表4：

恆常運動者在每次測試與測試之間時間反應時間表現的比較

		平均值	標準差	平均值標準誤差	95% 誤差的信賴區間		t 統計量	自由度(df)	顯著性水平 (雙測)
					下差	上差			
配對1	前測 -5分鐘	10.88000	11.36794	2.54195	5.55964	16.20036	4.280	19	.000
配對2	5分鐘- 15分鐘	-.14000	8.28991	1.85368	-4.01980	3.73980	-.076	19	.941
配對3	15分鐘- 30分鐘	7.80000	9.90343	2.21447	3.16505	12.43495	3.522	19	.002
配對4	30分鐘- 50分鐘	-1.97000	9.16188	2.04866	-6.25789	2.31789	-.962	19	.348



表5

非恆常運動者在沒有攝入咖啡因和攝入咖啡因後每段時間反應時間表現的比較

		平均值	標準差	平均值標準誤差	95% 誤差的信賴區間		t 統計量	自由度(df)	顯著性水平 (雙測)
					下差	上差			
配對1	前測 -5分鐘	12.09000	7.97264	1.78274	8.35869	15.82131	6.782	19	.000
配對2	前測- 15分鐘	11.17000	11.42380	2.55444	5.82350	16.51650	4.373	19	.000
配對3	前測- 30分鐘	17.43500	10.32576	2.30891	12.60240	22.26760	7.551	19	.000
配對4	前測- 50分鐘	17.63000	14.31632	3.20123	10.92976	24.33024	5.507	19	.000

表6

非恆常運動者在每次測試與測試之間時間反應時間表現的比較

		平均值	標準差	平均值標準誤差	95% 誤差的信賴區間		t 統計量	自由度(df)	顯著性水平 (雙測)
					下差	上差			
配對1	前測 -5分鐘	12.09000	7.97264	1.78274	8.35869	15.82131	6.782	19	.000
配對2	5分鐘- 15分鐘	-.92000	9.16381	2.04909	-5.20879	3.36879	-.449	19	.659
配對3	15分鐘- 30分鐘	6.26500	8.89662	1.98934	2.10126	10.42874	3.149	19	.005
配對4	30分鐘- 50分鐘	.19500	12.09069	2.70356	-5.46362	5.85362	.072	19	.943



跟據表 3 和表 5 的成對樣本 t 檢定，恆常運動者和非恆常運動者在前測與攝取咖啡因後所有時段的反應比較的顯著性水平也是 0.00，證明了測試中，100%的測試者在攝入咖啡因後反應時間也有減少。

而表 4 或 6 中恆常運動者和非恆常運動者在攝取咖啡因後的 15 至 30 分鐘有明顯的分別，顯著性水平分別為 0.02 和 0.05，證明咖啡因在 15 至 30 分鐘期間為測試者帶來最顯著效果。也能推斷出測試者在攝入咖啡因 15 分鐘後反應時間開始顯住進步，恆常運動者在 30 分鐘左右表現最好，而非恆常運動者在 30 至 50 分鐘達到最佳表現。

研究發現

跟據整個研究過程和分析，有以下的研究發現：

- 很多研究中也證明了咖啡因對耐力，有氧運動帶來很大的運動效益，但如果競賽者想以咖啡因減少反應時間達到更敏銳的反應，恆常運動者建議在競技前 30 分鐘攝取，而非恆常運動者就在競技前 50 分鐘攝取，以達到最佳效果。
- 恆常運動者的反應時間的最大跌幅比非恆常運動者為高，所以當人攝入咖啡因後，恆常運動者對咖啡因的反應效益為高，更能發揮咖啡因的作用。

建議

跟據整個研究分析和發現，有以下的一些生活上的應用：

- 在學校上，以咖啡因作為訓練和比賽的輔助品並不普及，也不建議，但當進行一些十分重要的比賽，也建議可以以咖啡因提高比賽表現，例如在學界 100 米決賽或劍擊比賽中，以咖啡因帶來的反應時間提升能令學生帶來新突破，從而提升自信，增加訓練動力，也是咖啡因為運動員帶來的正面影響。
- 在職業運動員間，以咖啡因作為訓練和比賽的輔助品也算普及，而不同的咖啡因含量，也能為運動員帶來不同影響，所以以實驗找出一個最理想的咖啡因攝取量，對於運動員來說也十分重要，也能避免過多攝取的反效果。

五、研究限制

首先是每人對咖啡因吸收的速度和反應也不一樣，實驗結果也會因為個別反應而導致誤差，所得的結果和效度不一定完全準確。

第二，在進行實驗期間也有機會有其他因素影響實驗者的反應時間，如實驗者的精神狀態和實驗環境等等，由於反應時間很容易受外來環境干預，在實驗環境的一些視覺上，聽覺上等感官刺激也會影響反應時間，一個人在一間房進行反應時間測試只能把其他外來因素影響減至最低。

最後，在研究中不能進行對照實驗，對照實驗是指「實驗時，要同時進行 2 個實驗，是因為要在同一環境下得出兩種實驗結果的資料用作定性及定量的對比分析。同一時間進行對照實驗可測出實驗在環境因素改變下所作出的改變。」(Novak, 1998) 換言之，在缺乏對照實驗的情況下，就不能避免一些不確定變數，這可能也是這次研究的研究限制。

實驗建議

針對研究過程和限制，得出以下改善研究效度的建議：

1. 偶爾在實驗期間測試者在等候時間覺得沉悶，特別是在攝入咖啡因後 30 分鐘到 50 分鐘期間的 20 分鐘，使測試者在下次測試中表現有所影響。所以我建議在實驗的等候時間播放新聞，使測試者不會沉悶之餘也能維持專注度，使實驗結果更準確。
2. 在測試進行中，測試者有時候會分心，使實驗結果大幅增加了反應時間，影響整體實驗可靠性。我認為可以為每位測試者增加「+1 可接受區域」，例如在前測中測試者最快的反應時間為 180ms，他的結果「+1 可接受區域」就是 280ms 為上限，如果結果慢於 280ms 就界定為測試者不專心，可以再次進行測試，增加結果的效度。

3. 測試者很多時也會嘗試預測時間記錄儀的關燈時間，以達到更快的反應時間，所以經驗所得，在每次測試中，也要調整時間記錄儀的關燈時間，減低測試者的預測能力和習慣性，以達至更少的實驗誤差。
4. 在假設中的研究也指出了男性的反應時間會相對較快，而今次的研究中，恆常運動者和非恆常運動者的男性比例為 17/20 和 8/20，難免對實驗結果做成些微影響，希望再有機會進行類似實驗，能增加測試者性別等條件，以增加實驗的可靠性。
5. 在研究期間一些受邀者因為不能接受飲用紅牛而導致拒絕測試，如果能以其他咖啡因飲品代替紅牛也能達到同等的實驗效果，也能增加實驗的彈性。

六、研究總結

總括而言，咖啡因身為一種常見的興奮劑並且合法的藥物，當中用於運動競技當中確實存在很多爭議。但經過今次的專題研究，我對咖啡因有更多的認識，我認為只要適當而合理地使用，同時目的是令自己更能投入工作和競賽，咖啡因可以說是一種可靠而無害的補充劑。而研究的過程和導師的提點也令我獲益良多，除了首次親手建立整套研究，每個步驟和過程也充滿了很多新嘗試，例如建立實驗和運用 SPSS 分析數據等等，也是十分寶貴的經驗。寄望將來更能運用今次的實驗成果應用於自己或學生中，讓咖啡因成為運動競技的萬應良方，成為達致「更高、更快、更強」的一個健康輔助品，帶來更多意想不到的突破。

七、參考書目

1. Alford, C., Cox, H., & Wescott, R. (2001). The effects of red bull energy drink on human performance and mood. *Amino acids*, 21(2), 139-150.
2. Anîţei, M., Schuhfried, G., & Chraif, M. (2011). The influence of energy drinks and caffeine on time reaction and cognitive processes in young Romanian students. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 30, 662-670.
3. Carrie, M. (2012). Reaction Time: Men vs. Women. Retrieved from <http://www.antiessays.com>
4. Crowley, D. (2007). Caffeine & Reaction Time. Retrieved from <http://www.docstoc.com/>
5. Charlotte B. M. (2011). Energy Drinks and Their Effect on Reaction Time in Youth. CALIFORNIA STATE SCIENCE FAIR.
6. Doyle, T. P., Lutz, R. S., Pellegrino, J. K., Sanders, D. J., & Arent, S. M. (2016). The effects of caffeine on arousal and response time, accuracy, and performance in divisions collegiate Fencers. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(11), 3228-3235.
7. Jim, A. (2002). The Online Reaction Time Test. Retrieved from <http://getyourwebsitehere.com/>
8. Keisler, B. D., & Armsey II, T. D. (2006). Caffeine as an ergogenic aid. *Current sports medicine reports*, 5(4), 215-219.
9. Moore, B. (2014). Red Bull versus a placebo: tests of reaction time, executive functioning and basic motor skills.
10. Novak, J. D. (1998). Learning science and the science of learning. *Studies in Science Education*. 15, pp.77-101.
11. Nutrition Action Health Newsletter. (2006) Caffeine Content of Food and Drugs. Center For Science in the Public Interest

12. Terry S. (2005). The Effects of Caffeine on Reaction Time. Retrieved from http://denethor.wlu.ca/pc131/sample_lab.pdf
13. Sass, C. (2008). Flat Belly Diet!: A Flat Belly is about Food & Attitude, Period (not a Single Crunch Required). Rodale.
14. Spiro, M. and Hunter, J.E. (1985). The kinetics and mechanism of caffeine infusion from coffee: the effect of roasting. *J. Sci. Food Agric.* 36: 871
15. Schneiker, K. T., Bishop, D., Dawson, B., & Hackett, L. P. (2006). Effects of caffeine on prolonged intermittent-sprint ability in team-sport athletes. *Medicine and science in sports and exercise*, 38(3), 578.
16. SurveyMonkey. (1999) Sample Size Calculator. Retrieved from <https://help.surveymonkey.com/>
17. Woolf, K., Bidwell, W. K., & Carlson, A. G. (2008). The effect of caffeine as an ergogenic aid in anaerobic exercise. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 18(4), 412-429.
18. 林文煌 (1996)。咖啡因與運動能力。中華體育季刊，10(3)，130-140。
19. 余佳謙、林佳儒 (2005)。咖啡中咖啡因含量及對人可能有的影響（未出版之碩士論文）。東吳大學，台灣。
20. 武桂新 (2011)。运动员使用咖啡因对运动能力的影响。河南师范大学学报: 自然科学版，39(6)，164-167。
21. 康樂及文化事務署(2012)。認識你的體能活動量小冊子。香港：康文署。
22. 戴維斯 (2014)。咖啡因的利與弊。美國：美國德州農工大學。
23. 郝之仕 (2014)。咖啡因 隨手可得的動力燃料。檢自：<http://tw.running.biji.co/>
24. 周慧心 (2015年9月4日)。一罐紅牛 24小時在人體內會發生甚麼變化。大紀元。第3版。

附件一

香港教育大學 — 健康及體育學系
 畢業論文問卷調查
 探究咖啡因對運動能力(反應)的影響

以下是一些和實驗相關的問題和簡單的個人資料，請認真回答。

- 一、健康問題： 是 否
1. 你是否有對咖啡因(咖啡，茶，紅牛)過敏的經驗？
 2. 你是否患有心血管疾病(如高血壓，心臟病)？
 3. 你是否曾經有手眼協調的障礙？

*如你有任何一項填「是」，請和研究員聯繫

- 二、引入問題：
1. 你對咖啡因的認識：(圈上適當的數子)
 不認識 1 2 3 4 5 十分認識 是 否
 2. 你知道適度攝入咖啡因能有助提神嗎？
 3. 你知道適度攝入咖啡因能加強運動效果嗎？
 4. 以往你曾否認識紅牛能量飲料？

- 三、飲食習慣： 是 否
1. 你曾否攝入含有咖啡因的飲品或食物？(如否請跳往四)
 2. 你曾否飲用含有咖啡因的紅牛能量飲料？
 3. 你曾否嘗試攝入含有咖啡因的飲品或食物以達至提神效果？
 - 3.1 *如有，普遍一星期有多少次： _____
 - 3.2 *假如你現在攝入，能達至提神效果的程度是多少？(圈上適當數子)
 不能夠 1 2 3 4 5 完全能夠 是 否

4. 你曾否嘗試攝入含有咖啡因的飲品或食物以提升運動表現？
 *如有，你覺得以下哪方面在攝入咖啡因後得到提升？(可多選一個)
沒有 心理 反應時間 爆發力 心肺耐力 其他

- 四、運動習慣：
1. 你有沒有運動的習慣，請圈上你平均每星期累積至少 30 分鐘或以上中等或劇烈強度的體能活動的次數：
 0 1 2 3 4 5 6 7 >7

個人資料：

*是次實驗需要攝入的咖啡因：體重 _____ Kgx1.5mg/Kg 咖啡因 = _____ ml 紅牛

姓名： _____ 性別： 男 女

年齡： 18歲或以下 19至21歲 22至24歲 25歲或以上

職業： 體育系學生 非體育系學生 全職運動員 其他

聯絡方法： _____ (電話 電郵) (可選擇)

你需要收到研究員的最終報告嗎？ 需要 不需

附件二

香港教育大學 健康及體育學系

參與研究同意書

探究咖啡因對運動能力(反應)的影響

本人_____同意參加由黎楊惠玲博士負責監督鄧諾謙執行的研究項目。

本人理解此研究所獲得的資料可用於未來的研究和學術發表。
然而本人有權保護自己的隱私，本人的個人資料將不能洩漏。

研究者已將所附資料的有關步驟向本人作了充分的解釋。
本人理解可能會出現的風險。本人是自願參與這項研究。

本人理解我有權在研究過程中提出問題，並在任何時候決定退出研究，更不會因此而對研究工作產生的影響負有任何責任。

研究結果

收集數據預計在3月底完成，而報告預計會在4月底完成，到時候會以期刊論文和海報演示的方式公佈結果，如果受試者想得到研究報告，請在以下問卷接受報告書欄上填需要。

如閣下想獲得更多有關這項研究的資料，請與鄧諾謙聯絡，電話 _____ 電郵 _____
或聯絡他的導師黎楊惠玲博士，電郵 _____

如閣下對這項研究的操守有任何意見，可隨時與香港教育大學人類實驗對象操守委員會聯絡
(電郵: _____ ; 地址:香港教育大學研究與發展事務處)。

謝謝閣下有興趣參與這項研究。

參加者姓名: _____

參加者簽名: _____

日期: _____

閣下的參與純屬自願性質。閣下享有充分的權利在任何時候決定退出這項研究，更不會因此引致任何不良後果。凡有關閣下的資料將會保密，一切資料的編碼只有研究人員得悉。

相關資料

探究咖啡因對運動能力(反應)的影響

研究計劃簡介

本研究是希望結合以往實驗者的經驗和成果，以實驗形式更深入地研究恆常運動者(每星期進行5天或以上，累積至少30分鐘或以上中等或劇烈強度的體能活動)和非恆常運動者(每星期進行1至2天，每天累積至少30分鐘或以上中等或劇烈強度的體能活動)在指定時間內吸收一定份量的咖啡因後在反應時間的改變，望能找出時常運動的人會否更容易令咖啡因發揮效用，期望得出的結果可以應用在不同水平的運動訓練上，例如運動員和非運動員在咖啡因輔助下訓練的成果分別。

研究方法

A) 參與人數

是次研究分別會找28名恆常運動者和28名非恆常運動者進行實驗探究，望能找出效度較高，比較客觀的結果。此外被邀請的受測者只屬隨機抽樣，沒有其他特別要求。在問卷收取的聯絡方法只屬緊急查詢才會使用。

B) 實驗工作及步驟簡介

參與者的工作不需體能消耗，只要在早上進食早餐前來到教育大學填寫問卷和同意書並準備進行估計用時約1小時的實驗程序。而在實驗程序方面，搜集實驗數據的時間共分為5個時段，分別為1沒有攝入咖啡因，2攝取過咖啡因後5分鐘，3攝取後15分鐘，4攝取後30分鐘和5攝取後50分鐘。

C) 完成實驗的回報

完成整個實驗程序後，研究員會向參與者送上百貨公司優惠卷以示回饋，並感激你為整個研究學習提供寶貴的資料。

實驗存在風險

本實驗的存在風險比較少，但參加者要確保自己沒有心血管疾病，並對咖啡因沒有過敏。咖啡因是一種常見的興奮劑並且合法的藥物，是屬於水溶性的，一般來說在體內停留6-14小時再由尿液中排出，不會在體內殘留。咖啡因開始被血液所吸收，你的心率會加快，血壓會上升。適度攝入咖啡因能減低頭痛時的痛楚，振奮精神，消除疲勞，加快反應，提昇工作效率，從而提升運動神經表現，如反應時間，爆發力等等。相反當過度使用時，咖啡因是一種毒品，當一日攝入超過每公斤體重150 mg的咖啡因時，才會致死。

鄧諾謙

首席研究員

附件三

恆常運動者	性別	年齡	職業	體重(公斤)	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	3.31	3.32	3.4	4.1
受試者 1	男	22-24	體育系	61	1	1	1	3	0	0	0	0	0	1	2	0	4
受試者 2	男	22-24	體育系	67	1	1	1	3	0	1	0	0	0	1	1	1	>7
受試者 3	男	22-24	運動員	78	1	1	1	5	0	0	0	0	0	0	5	0	7
受試者 4	男	22-24	體育系	65	1	1	1	5	0	0	0	0	0	3	5	0	7
受試者 8	男	22-24	非體育系	68	1	1	1	3	0	0	0	0	0	0	3	1	4
受試者 9	男	22-24	體育系	70	1	1	1	5	0	0	0	0	0	7	1	0	5
受試者 10	男	22-24	體育系	68	1	1	1	4	0	0	0	0	0	0	3	0	>7
受試者 13	男	22-24	體育系	67	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
受試者 14	男	22-24	非體育系	60	1	1	1	2	0	0	1	0	1	2	4	1	5
受試者 16	男	22-24	非體育系	/	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	3	0	5
受試者 22	女	22-24	體育系	53	1	1	1	3	0	0	0	0	1	1	0	1	4
受試者 23	女	22-24	體育系	58	1	1	1	2	0	0	0	1	/	/	/	/	4
受試者 24	男	22-24	非體育系	74.5	1	1	1	3	0	0	0	0	0	0	2	0	5
受試者 28	女	22-24	非體育系	/	1	1	1	3	0	0	1	1	/	/	/	/	4
受試者 29	男	22-24	非體育系	50	1	1	1	2	0	0	0	0	0	1	4	0	4
受試者 33	男	22-24	體育系	64	1	1	1	4	0	0	0	0	0	1	5	0	5
受試者 35	男	22-24	非體育系	60	1	1	1	4	0	0	0	0	0	1	3	0	7
受試者 37	男	22-24	體育系	72	1	1	1	3	0	0	0	0	0	1	4	0	5
受試者 38	男	22-24	體育系	65	1	1	1	3	0	0	0	0	0	4	4	0	5
受試者 40	男	22-24	體育系	70	1	1	1	4	0	0	0	0	0	2	3	0	6

非恆常運動者	性別	年齡	職業	體重(公斤)	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	3.31	3.32	3.4	4.1
受試者 5	女	19-21	體育系	51	1	1	1	3	0	0	0	1	/	/	/	/	2
受試者 6	女	19-21	體育系	48.5	1	1	1	3	0	0	0	0	1	0	0	1	0
受試者 7	女	22-24	體育系	60	1	1	1	3	0	0	0	0	1	2	4	1	3
受試者 11	女	19-21	非體育系	46	1	1	1	2	0	1	1	1	/	/	/	/	1
受試者 12	男	22-24	非體育系	50	1	1	1	3	0	1	1	0	1	0	4	1	1
受試者 15	男	22-24	非體育系	58	1	1	1	4	0	0	0	0	0	1	3	1	2
受試者 17	男	19-21	非體育系	67.5	1	1	1	3	0	0	0	0	1	1	4	1	2
受試者 18	女	19-21	非體育系	/	1	1	1	3	1	1	0	0	0	0	2	1	2
受試者 19	女	19-21	非體育系	/	1	1	1	3	0	1	0	0	0	1	3	1	1
受試者 20	女	19-21	非體育系	/	1	1	1	3	0	0	0	0	1	1	3	1	2
受試者 21	男	22-24	體育系	/	1	1	1	4	0	0	0	0	1	5	2	1	3
受試者 25	女	19-21	工作	51	1	1	1	3	0	1	0	0	0	1	3	1	1
受試者 26	女	19-21	體育系	/	1	1	1	3	0	0	0	0	1	2	3	1	2
受試者 27	女	19-21	非體育系	/	1	1	1	4	0	0	0	0	1	2	3	1	2
受試者 30	男	22-24	工作	68	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	4	0	2
受試者 31	男	22-24	非體育系	58	1	1	1	2	0	1	0	0	1	0	2	1	2
受試者 32	男	22-24	體育系	88	1	1	1	4	0	1	0	0	0	3	5	0	2
受試者 34	男	22-24	非體育系	59	1	1	1	2	0	1	0	1	/	/	/	/	0
受試者 36	女	22-24	非體育系	43	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	4	1	0
受試者 39	女	25	工作	45	1	1	1	1	0	0	1	1	/	/	/	/	2

附件四

恆常運動者	最初(ms)	5 分鐘(ms)	15 分鐘(ms)	30 分鐘(ms)	50 分鐘(ms)
受試者 1	188.6	185.6	186.2	178.2	189.2
受試者 2	178.2	171.4	170.2	152.6	149
受試者 3	192.2	185.6	174.6	183	179.8
受試者 4	192.6	182.8	179.4	176.6	183.8
受試者 8	234.2	189.8	208.4	178.2	182.4
受試者 9	185.2	171.6	165.8	177.8	166.6
受試者 10	227.8	234.4	224.2	210	234.6
受試者 13	184.4	181	188.8	185	178
受試者 14	224.8	207.8	199.6	200.4	200.4
受試者 16	229	226.8	227.4	219	204.8
受試者 22	225.2	205.8	209.8	184.8	197.6
受試者 23	193.6	187	177.4	168.2	169.6
受試者 24	207.6	201	204.6	197.9	200.8
受試者 28	219.9	207.3	205.4	191.1	195.3
受試者 29	190.9	178.5	183.8	180.6	176.8
受試者 33	203.2	181.7	194.6	181.1	179.2
受試者 35	226.4	200.4	208.8	208.4	220.6
受試者 37	192.8	192.8	200.2	194	186.8
受試者 38	202.3	188	181.2	175	182.3
受試者 40	208.5	210.5	202.2	194.7	198.4
平均值	205.37	194.49	194.63	186.83	188.8

附件五

非恆常運動者	最初 (ms)	5 分鐘(ms)	15 分鐘(ms)	30 分鐘(ms)	50 分鐘(ms)
受試者 5	204.8	180	190.8	177.8	181.4
受試者 6	208	191.2	193.6	192	200.8
受試者 7	232.4	214.4	206.4	208.6	209.4
受試者 11	193.2	185.6	166.4	172.8	163.4
受試者 12	230	205.6	206.2	195.2	169.4
受試者 15	216.8	208.4	197.4	201	190
受試者 17	239.2	218.2	222.6	227.2	219.8
受試者 18	213	204.6	218.4	194.2	207.4
受試者 19	249.6	247.4	243.4	221.8	245.2
受試者 20	161.8	154.8	178.8	166.4	147.4
受試者 21	186.2	188.2	193.8	182.2	183.8
受試者 25	201.2	189.8	192.2	180.6	186.7
受試者 26	231	205.3	209.8	197.3	198.6
受試者 27	220.8	210.2	210.3	200	199.5
受試者 30	209.5	195.7	195.6	189.1	186.5
受試者 31	205.2	192.7	189.7	186.6	187.4
受試者 32	216.8	218.6	215.7	217.1	213.3
受試者 34	196.8	185.4	179	183.6	203
受試者 36	190.8	179.4	183.7	185.1	172.7
受試者 39	212.5	202.3	202.4	192.3	201.3
平均值	210.98	198.89	199.81	193.545	193.35