

# 科技部補助專題研究計畫成果報告 期末報告

## 增補納豆發酵產物在促進人體血液循環與運動傷害復原之 效應

計畫類別：個別型計畫  
計畫編號：NSC 102-2410-H-028-005-  
執行期間：102年08月01日至103年07月31日  
執行單位：國立臺灣體育運動大學運動科學中心

計畫主持人：呂學冠

計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理人員：林淇瑩

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：

1. 公開資訊：本計畫涉及專利或其他智慧財產權，2年後可公開查詢
2. 「本研究」是否已有嚴重損及公共利益之發現：否
3. 「本報告」是否建議提供政府單位施政參考：否

中華民國 103 年 10 月 31 日

中文摘要：納豆激酶 (nattokinase) 是納豆發酵產物中之主要活性成份物質，納豆激酶具有降低血膽固醇 (cholesterol) 與抗氧化 (anti-oxidation) 進而減少動脈粥狀硬化 (atherosclerosis) 以及具有溶解血栓 (thrombus) 的功能。目的：增補納豆發酵產物在促進人體血液循環與運動傷害復原之效果。方法：12 名橄欖球選手每週 5 天進行高強度耐力與碰撞常規訓練，實驗組每天給予納豆發酵產物 500 mg (內含納豆激酶 2000 IU/mg) 膠囊 1 顆，對照組給予等量食用纖維素膠囊，增補三週後，血液循環測試以受試者身高除以受試者體內血液流經一定血管距離所花費時間為指標，數值越大，血流速愈快。運動傷害復原分析受測者血液中肌酸肌酶 CK (creatin kinase)、血液中乳酸去氫酶 LDH (lactate dehydrogenase)，以及心肌細胞膜之特異肌酸肌酶 CK-MB (creatin kinase type MB)。結果：研究結果顯示，血液循環指標數值由 5.95 增加到 6.37，經 t-test 分析 (n=12) 無顯著差異。CK 由 640.85 U/L 降至 274.68 U/L，LDH 由 414.16 U/L 降至 389.08 U/L，CK-MB 由 12.81U/L 降至 11.00 U/L，經 t-test 分析，三者統計上皆無顯著差異。結論：增補納豆發酵產物每天 500 mg (2000 IU/mg) 三週後在促進人體血液循環與運動傷害復原上並無顯著效果。

中文關鍵詞：納豆激酶、血液循環、抗氧化

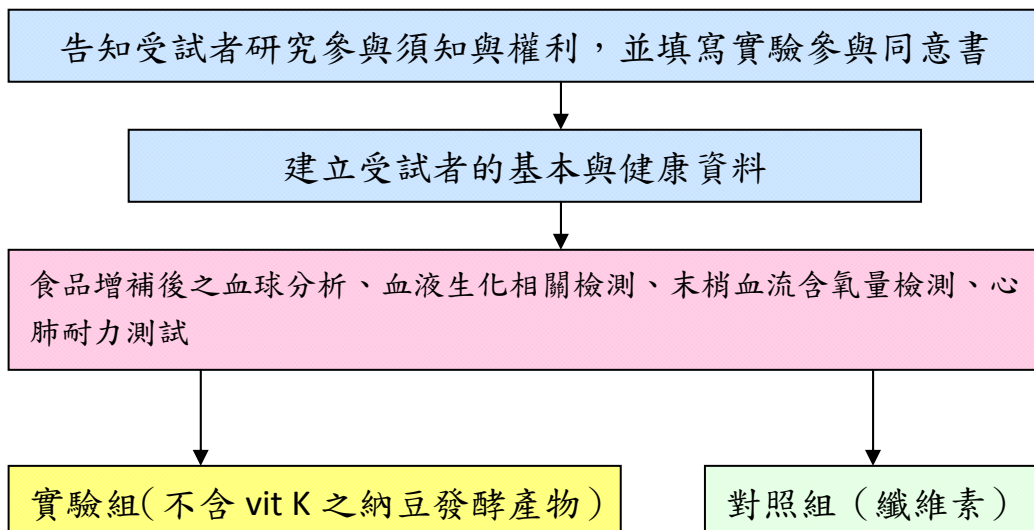
英文摘要：

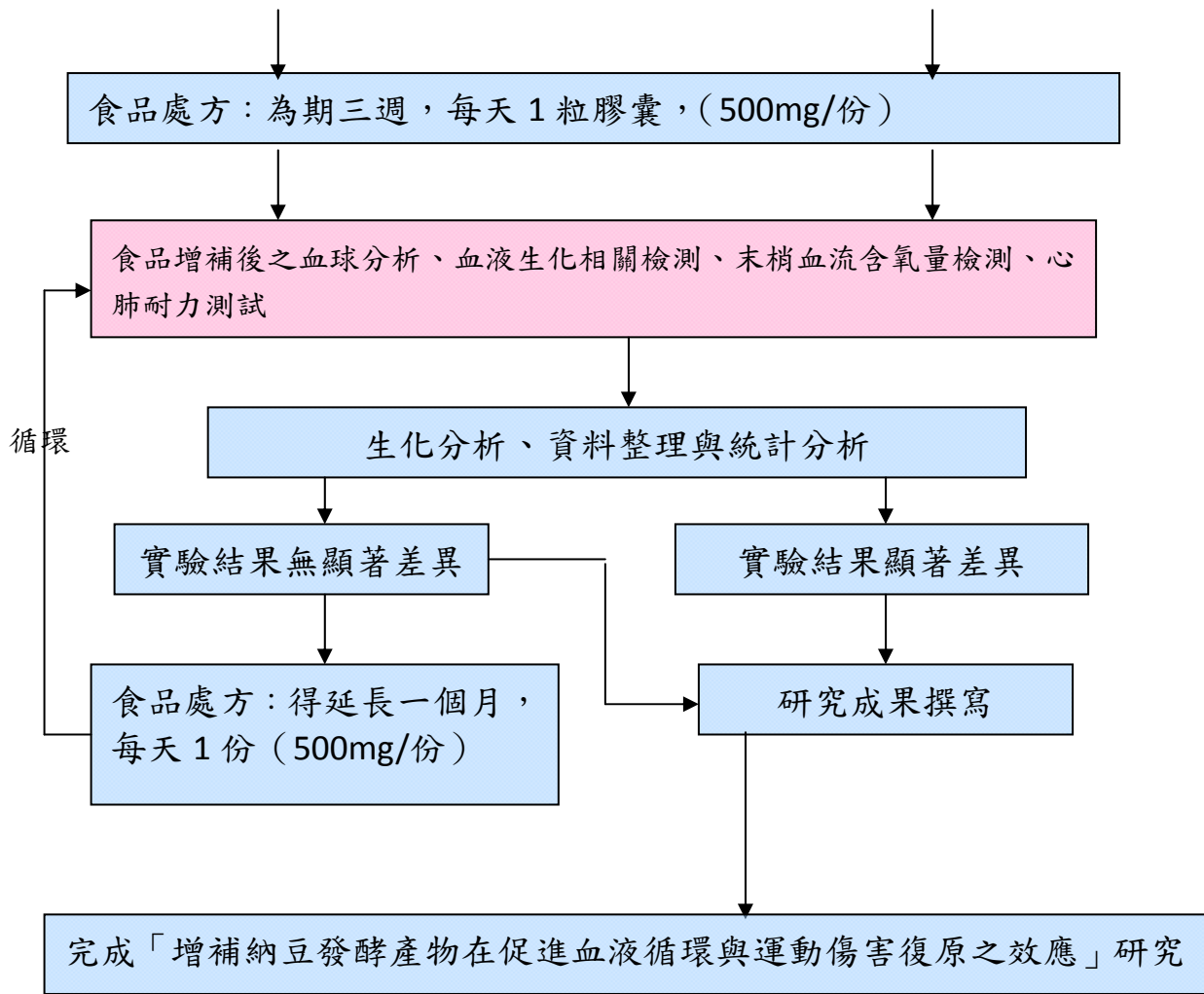
英文關鍵詞：

納豆激酶 (nattokinase) 是煮熟黃豆或稱大豆經納豆枯草桿菌(*Bacillus subtilis* Natto)發酵之產物，分子量大小為 27.7 kDa，主要功能為降低血膽固醇 (cholesterol) 與抗氧化 (anti-oxidation) 進而減少動脈粥狀硬化 (atherosclerosis) 以及具有溶解血栓 (thrombus) 而減少罹患心肌梗塞 (myocardial infarction) 與缺血性腦中風 (ischemic stroke) 的機會，因此所吸引的消費族群大多為患有心血管疾病或想預防心血管疾病的人。由於前述納豆激酶具有降低血膽固醇與溶解血栓的功能；再者，納豆激酶具有抗氧化作用 (Yokota *et al.*, 1996)，因此可以避免生命分子例如細胞、脂質細胞膜甚至於 DNA 遭受過氧化傷害(Leaf *et al.*, 1997)。綜合上述提出研究替代假設“服用納豆發酵產物可以促進血液循環並加速運動傷害復原”。

橄欖球選手每週 5 天進行高強度耐力與碰撞常規訓練，實驗組每天給予納豆發酵產物 500 mg (內含納豆激酶 2000 IU/mg) 膠囊 1 顆，對照組給予等量食用纖維素膠囊，增補三週後，血液循環測試以受試者身高除以受試者體內血液流經一定血管距離所花費時間為指標，數值越大，血流速愈快。運動傷害復原主要分析受測者血液中肌酸肌酶 CK(creatine kinase)、血液中乳酸去氫酶 LDH (lactate dehydrogenase)，以及心肌細胞膜之特異肌酸肌酶 CK-MB (creatine kinase type MB)。

下是測試方法與步驟：





「增補納豆發酵產物在促進血液循環與運動傷害復原之效應」實驗流程圖。

有關 102 年國科會補助研究計畫“增補納豆發酵產物在促進人體血液循環與運動傷害復原之效應”實驗數據初步整理如下(表一、表二與表三)：

表一：以現役橄欖球運動員為對象之前測部份數據

編號	WBC	RBC	HGB	HCT	MCV	MCH	MCHC	PLT	LYM	MXD	NEUT	LYM	MXD	NEUT	RDW	PDW	MPV	P-LCR	LDH	CK	CKMB	血循環
單位	*103/L	*106/L	g/dL	%	fL	pg	g/dL	*103/L	%	%	%	*103/L	*103/L	*103/L	fL	fL	fL	%	U/L	U/L	U/L	sec



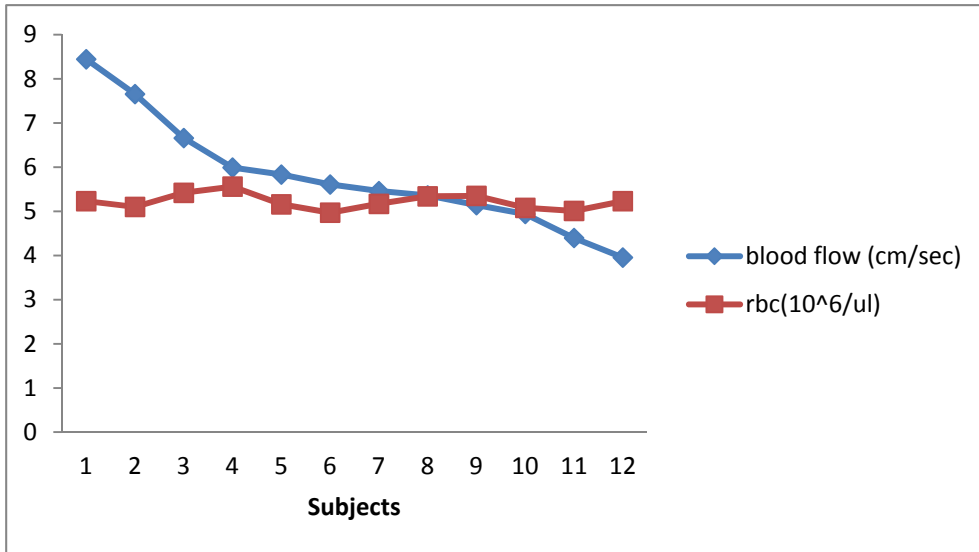
4	6.6	5.22	15.6	44.70	85.6	29.9	34.9	219	36.50	14.90	48.60	2.4	1.0	3.2	39.4	14.9	11.5	35.50	334	201	10	39.325	
5	8.4	5.12	15.6	44.90	87.7	30.5	34.7	234	31.00	10.80	58.20	2.6	0.9	4.9	41.5	12.4	10.2	26.90	388	169	7	32.225	
6	6.3	5.43	15.1	45.10	83.1	27.8	33.5	133	32.60	11.30	56.10	2.1	0.7	3.5	40.3	16.0	11.4	36.30	381	228	10	32.675	
7	3.9	4.96	15.5	45.00	90.7	31.3	34.4	274	41.40	9.20	49.40	1.6	0.4	1.9	42.1	11.7	9.8	22.60	388	178	11		
8	6.2	5.37	15.4	45.50	84.7	28.7	33.8	240	24.90	12.90	62.20	1.5	0.8	3.9	40.4	11.1	9.2	18.80	366	166	9	26.625	
9	4.4	5.08	15.3	46.60	91.7	30.1	32.8	257	36.70	8.90	54.40	1.6	0.4	2.4	44.6	12.0	10.3	26.20	414	169	11	34	
10	6	4.86	15.2	43.90	90.3	31.3	34.6	304	32.10	7.90	60.00	1.9	0.5	3.6	41.8	11.0	9.1	17.80	394	159	13	26.2	
11	7.3	5.15	15	45.90	89.1	29.1	32.7	280	34.10	10.00	55.90	2.5	0.7	4.1	45.4	11.9	10.3	26.60	435	315	9	29.7	
12	5	5.11	15.9	46.10	90.2	31.1	34.5	227	39.50	10.60	49.90	2.0	0.5	2.5	43.9	13.8	10.5	30.10	362	94	10		
13	5.3	4.91	14.2	41.70	84.9	28.9	34.1	204	32.60	9.00	58.40	1.7	0.5	3.1	37.3	11.6	9.2	19.70	391	219	12	24.25	
14	6	5.41	16.6	46.40	85.8	30.7	35.8	226	40.60	6.80	52.60	2.4	0.4	3.2	38.3	12.3	9.6	22.80	344	256	6	27.025	
15	4.4	5.12	15.5	45.10	88.1	30.3	34.4	279	30.10	12.70	57.20	1.3	0.6	2.5	40.3	10.6	9.2	19.00	392	167	10		
16	未測																						
17	6.6	5.12	14.8	43.50	85	28.9	34.0	332	34.60	10.70	54.70	2.3	0.7	3.6	39.8	10.8	9.0	17.10	421	149	7		
18	4.6	4.38	14.1	42.10	96.1	32.2	33.5	226	36.10	10.90	53.00	1.7	0.5	2.4	47.5	10.5	8.9	16.40	349	240	9		
19	6.4	4.84	14.3	42.80	88.4	29.5	33.4	197	28.50	11.00	60.50	1.8	0.7	3.9	43.5	12.3	9.8	23.50	356	215	11		
20	9.5	5.07	15.6	45.40	89.5	30.8	34.4	332	32.30	11.90	55.80	3.1	1.1	5.3	44.9	9.0	8.0	11.10	377	136	11	32.5	
21	5.9	4.95	14.7	43.30	87.5	29.7	33.9	309	28.60	7.30	64.10	1.7	0.4	3.8	42.4	10.2	8.9	16.20	427	208	15		
22	6.5	5	15.5	44.40	88.8	31.0	34.9	260	40.90	10.50	48.60	2.7	0.7	3.1	40.9	12.9	10.3	27.50	575	1227	18		
23	6.7	5.36	15.6	45.60	85.1	29.1	34.2	392	33.30	5.90	60.80	2.2	0.4	4.1	41.3	10.6	9.0	17.40	423	289	18		
24	未測																						
25	5.8	5.13	15.2	46.30	90.3	29.6	32.8	225	30.20	7.80	62.00	1.8	0.5	3.5	44.9	12.4	9.7	22.70	420	403	14		
26	6.6	5.19	15.8	45.00	86.7	30.4	35.1	230	29.20	10.60	60.20	1.9	0.7	4.0	42.3	11.7	9.9	24.30	345	254	10	32.775	
27	5.1	5.26	15.6	46.00	87.5	29.7	33.9	254	26.90	10.80	62.30	1.4	0.6	3.1	42.7	9.1	8.1	11.00	362	425	12	41.475	
28	6.4	4.99	14.9	44.20	88.6	29.9	33.7	220	26.20	10.50	63.30	1.7	0.7	4.0	42.5	13.5	10.9	31.70	323	225	11		
29	5.4	4.47	13.9	40.30	90.2	31.1	34.5	256	38.10	10.50	51.40	2.1	0.6	2.7	41.9	10.5	9.1	17.90	422	339	9		

表三：以現役橄欖球運動員為對象之增補後第二測部份數據

編號	WBC	RBC	HGB	HCT	MCV	MCH	MCHC	PLT	LYM	MXD	NEUT	LYM	MXD	NEUT	RDW	PDW	MPV	P-LCR	LDH	CK	CKMB	血循環	
單位	*103/L	*106/L	g/dL	%	fL	pg	g/dL	*103/L	%	%	%	*103/L	*103/L	*103/L	fL	fL	fL	%	U/L	U/L	U/L	sec	
1	未測																						
2	8.4	4.91	14.0	41.20	83.9	28.5	34.0	274	31.30	9.20	59.50	2.6	0.8	5.0	42.7	11.1	9.1	19.50	316	166	8		
3	6.5	4.93	14.7	44.30	89.9	29.8	33.2	208	29.50	10.70	59.80	1.9	0.7	3.9	42.3	12.4	9.8	24.40	421	212	8		
4	6.9	5.22	15.5	44.80	85.8	29.7	34.6	239	44.40	10.00	45.60	3.1	0.7	3.1	39.7	14.6	11.1	33.20	342	148	7		
5	9.5	4.66	14.5	41.30	88.6	31.1	35.1	289	25.30	24.50	50.20	2.4	2.3	4.8	40.6	10.9	9.2	19.20	419	135	9		

6	6.5	5.44	15.0	44.60	82.0	27.6	33.6	142	28.00	8.80	63.20	1.8	0.6	4.1	41.5	19.2	13.5	52.10	595	132	11
7	4.7	4.89	15.0	44.10	90.2	30.7	34.0	229	36.70	8.60	54.70	1.7	0.4	2.6	39.8	11.6	10.0	24.30	542	139	14
8	6.1	4.12	11.8	34.60	84.0	28.6	34.1	366	35.50	8.00	56.50	2.2	0.5	3.4	39.3	12.0	9.7	22.40	478	287	9
9	5.2	4.90	14.5	44.10	90.0	29.6	32.9	294	35.80	6.50	57.70	1.9	0.3	3.0	42.2	12.3	10.1	25.50	501	107	12
10	7.3	4.97	15.4	45.10	90.7	31.0	34.1	279	23.60	6.70	69.70	1.7	0.5	5.1	43.3	10.8	9.0	17.90	435	178	10
11	7.3	5.19	15.2	45.60	87.9	29.3	33.3	296	30.90	7.30	61.80	2.3	0.5	4.5	43.0	13.2	10.5	29.00	563	238	10
12	5.3	4.90	15.0	44.20	90.2	30.6	33.9	206	41.60	11.20	47.20	2.2	0.6	2.5	42.6	12.9	10.7	30.10	490	145	8
13	5.7	4.70	13.4	39.80	84.7	28.5	33.7	183	36.90	8.60	54.50	2.1	0.5	3.1	37.8	11.9	9.2	20.90	577	155	7
14	6.6	5.04	15.5	43.30	85.9	30.8	35.8	240	40.80	9.50	49.70	2.7	0.6	3.3	39.7	12.5	10.1	25.30	381	244	10
15	4.6	5.11	13.2	45.20	88.5	25.8	29.2	305	21.10	11.00	67.90	1.0	0.5	3.1	39.3	11.0	9.0	18.30	378	241	10
16	未測																				
17	7.2	4.77	14.0	40.70	85.3	29.4	34.4	257	36.20	11.10	52.70	2.6	0.8	3.8	41.6	11.5	9.9	23.50	354	115	9
18	4.2	4.37	14.5	41.70	95.4	33.2	34.8	218	34.30	11.50	54.20	1.4	0.5	2.3	46.0	10.8	9.5	20.00	454	182	12
19	6.1	4.42	13.1	38.70	87.6	29.6	33.9	258	31.40	10.40	58.20	1.9	0.6	3.6	40.6	11.9	9.6	22.00	576	881	15
20	10.8	5.11	15.6	45.70	89.4	30.5	34.1	344	27.90	10.40	61.70	3.0	1.1	6.7	43.7	8.9	8.0	10.50	474	178	14
21	5.8	5.13	15.4	45.00	87.7	30.0	34.2	278	29.00	13.20	57.80	1.7	0.8	3.3	42.9	11.4	9.3	20.30	475	316	14
22	5.7	4.93	15.2	43.10	87.4	30.8	35.3	261	41.20	12.70	46.10	2.3	0.7	2.7	40.0	14.4	11.2	35.20	382	221	11
23	7.9	5.11	14.3	43.20	84.5	28.0	33.1	378	41.20	7.10	51.70	3.3	0.6	4.0	39.8	11.6	9.4	20.10	390	386	13
24	未測																				
25	5.8	4.73	14.0	42.30	89.4	29.6	33.1	260	36.10	8.20	55.70	2.1	0.5	3.2	42.7	12.2	9.9	23.90	401	171	10
26	6.4	5.07	15.3	44.50	87.8	30.2	34.4	238	27.20	14.50	58.30	1.7	0.9	3.8	43.9	12.5	10.1	26.50	572	251	12
27	5.5	4.94	14.7	42.90	86.8	29.8	34.3	285	31.00	9.30	59.70	1.7	0.5	3.3	42.5	10.0	8.9	14.90	409	474	11
28	5.3	5.00	15.0	44.70	89.4	30.0	33.6	224	35.00	10.00	55.00	1.9	0.5	2.9	42.7	15.0	11.4	36.00	311	516	12
29	4.9	4.25	12.9	38.40	90.4	30.4	33.6	271	41.60	11.20	47.20	2.0	0.5	2.4	39.4	10.4	9.0	17.20	334	181	11

增補納豆發酵產物研究中雖有許多數據有顯著或趨近顯著差異，例如 WBC, RBC, Hgb, Hct 以及 CK、CK-MB 等，其中血液循環秒數與 RBC 數呈現負相關，然而主要想了解的重要指標之一(圖一)，血液循環單位：“秒”，在經過以身高進行標準化後單位為：“公分/秒”，在統計上並無顯著差異，分析其主要原因可能有以下二點：首先，實驗過程中橄欖球隊進行為期 3 天 2 場次的友誼比賽，雖經賽後一天之休息再進行測試血液循環與抽血檢驗，增補後之各項數值未見預期之發展趨勢



圖一：受試者紅血球數與血液流速分佈圖

**結論：**實驗雖然總共抽了四次的血液，由於都沒有統計上的顯著差異，因此，主要歸納整理增補前以及增補三週後的重要數據。研究主要結果顯示，橄欖球選手每週 5 天進行高強度耐力與碰撞常規訓練，實驗組每天給予納豆發酵產物 500 mg（內含納豆激酶 2000 IU/mg）膠囊 1 顆，對照組給予等量食用纖維素膠囊，增補三週後，血液循環指標數值由 5.95 增加到 6.37，經 t-test 分析(n=12)無顯著差異。CK 由 640.85 U/L 降至 274.68 U/L，LDH 由 414.16 U/L 降至 389.08 U/L，CK-MB 由 12.81U/L 降至 11.00 U/L，經 t-test 分析，平均數皆朝正向發展，然而三者統計上皆無顯著差異。

# SIGNAL AMPLIFIED BY STOP BREATHING WITH OXYGEN SATURATION SENSOR TO EVALUATE BLOOD FLOW RATE IN HUMAN

HSUEH-KUAN LU

NATIONAL TAIWAN UNIVERSITY OF PHYSICAL EDUCATION AND SPORT, TAICHUNG, TAIWAN

## Introduction

Blood flow rate are one of human important physiological phenomenon. The one dimension laser Doppler flowmetry is currently prevalent used to measuring blood flow *in vivo*. However, some limitations exist in usage of one dimension Doppler technique. To develop fairer method to measure blood flow rate, the two dimension blood flow technique were conducted.

## Methods

Five volunteers were recruited and performed with simultaneously analyzing of various blood flow velocities within 8 hours. in this study. The novel two dimension blood flow rate index, L (cm/sec) proposed in this study is equivalent to participant height/T, where as T is the time of blood flow from alveolar capillary to middle finger-tip capillary measured by Oxy-meter. The decrease of saturation level of oxygen-hemoglobin within the alveolar capillary produced by stop breathing is followed by a significant signal can be delayed and detected by the middle finger-tip Oxy-meter. The route distance which the low level of oxygen-hemoglobin blood to flow in one direction from the alveolar capillary, alveolar artery, left atrium left ventricle and finally to the middle finger-tip capillary is proposed directly proportional to the body height.

## Results

The Pearson's correlation of the L values of middle finger and blood flow velocities on elbow artery was 0.464 with highly significant  $P$  value of  $6.71 \times 10^{-5}$ . The correlation equation:  $L = 0.144585$  (blood flow velocity) + 0.023602.

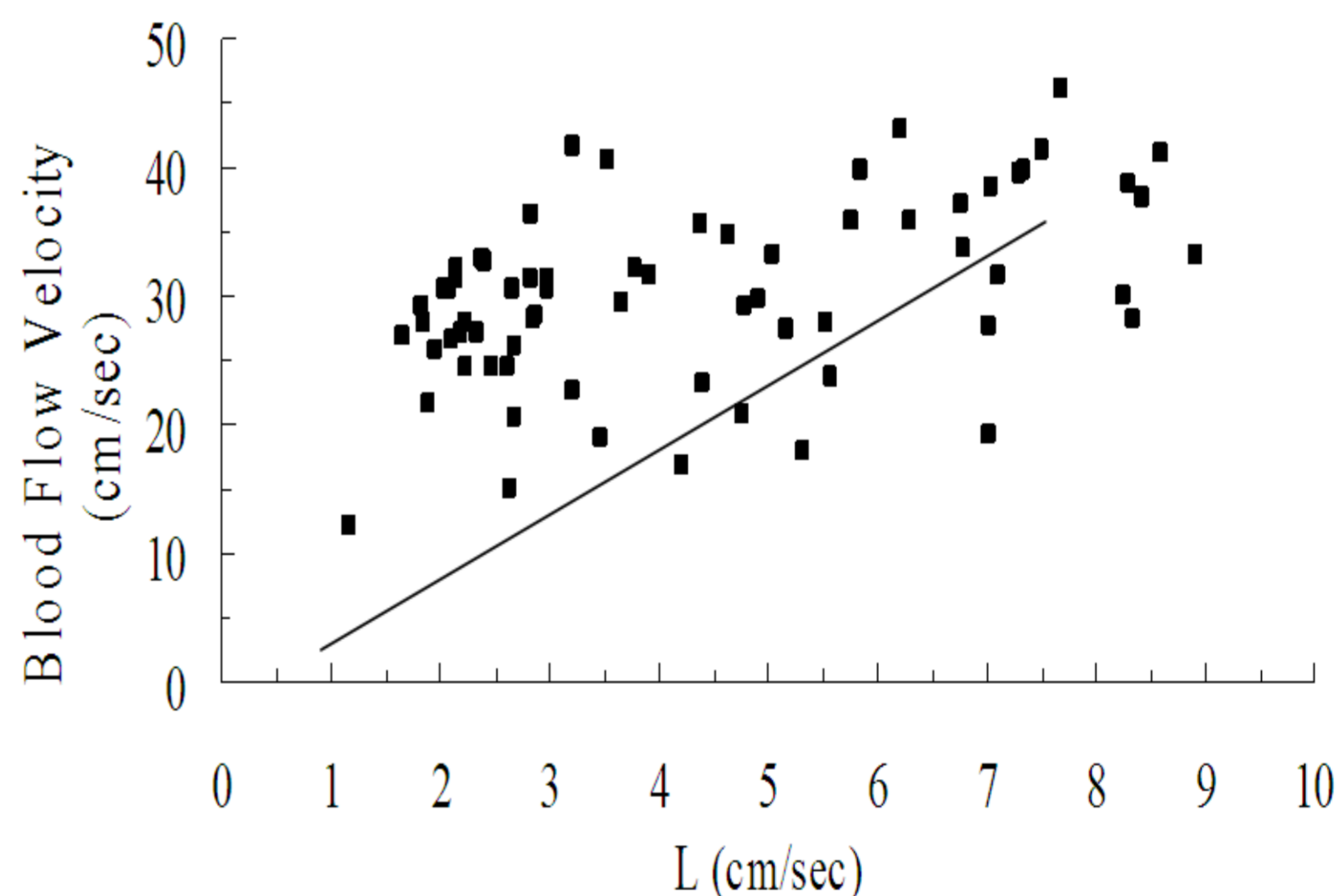


Figure: Correlation of the L values and the blood flow velocities on elbow artery measured by Doppler method. Five tested subjects were performed with simultaneously analyzing of various blood flow velocities within 8 hours.

# 科技部補助計畫衍生研發成果推廣資料表

日期:2014/10/31

科技部補助計畫	計畫名稱: 增補納豆發酵產物在促進人體血液循環與運動傷害復原之效應
	計畫主持人: 呂學冠
	計畫編號: 102-2410-H-028-005- 學門領域: 運動生理學
無研發成果推廣資料	

102 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：呂學冠		計畫編號：102-2410-H-028-005-				計畫名稱：增補納豆發酵產物在促進人體血液循環與運動傷害復原之效應	
成果項目		量化			單位	備註（質化說明：如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等）	
		實際已達成數（被接受或已發表）	預期總達成數（含實際已達成數）	本計畫實際貢獻百分比			
國內	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	International Conference on Heart & Brain, which was held in Paris, France on February 27-March 1, 2014.
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	1	1	100%		
		專書	0	0	100%		
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（本國籍）	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
博士後研究員		0	0	100%			
專任助理		0	0	100%			
國外	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	0	0	100%		
		專書	0	0	100%	章/本	
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（外國籍）	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
博士後研究員		0	0	100%			
專任助理		0	0	100%			

<p>其他成果 (無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)</p>	<p>參與 International Conference on Heart &amp; Brain, Paris, France on February 27-March 1, 2014.</p>
--	--

	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述
科 教 處 計 畫 加 填 項 目	測驗工具(含質性與量性)	0	
	課程/模組	0	
	電腦及網路系統或工具	0	
	教材	0	
	舉辦之活動/競賽	0	
	研討會/工作坊	0	
	電子報、網站	0	
	計畫成果推廣之參與(閱聽)人數	0	

# 科技部補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文： 已發表  未發表之文稿  撰寫中  無

專利： 已獲得  申請中  無

技轉： 已技轉  洽談中  無

其他：（以 100 字為限）

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）

雖然增補納豆發酵產物每天 500 mg（2000 IU/mg）三週後在促進人體血液循環與運動傷害復原上並無顯著效果，但是平均值卻有正向趨勢。其中個體差異是原因之一，再者由於研究倫理之規範，受試者參與實驗經常不易規範掌握而缺席研究，造成 35 位參與者最後 Data 只剩 12 組，因此也無法用 pair-t test 做統計分析。因此研究結果個人覺得有待後續增加樣本數來支持補納豆發酵產物在促進人體血液循環與運動傷害復原之效應。