

投稿類別：健康與護理類

篇名：

血液裡的清道夫——氧化氮（NO）

作者：

張軒堂。永年高中。高三愛班

沈書毅。永年高中。高三愛班

程家鉉。永年高中。高三愛班

指導老師：廖于婷

## 壹●前言

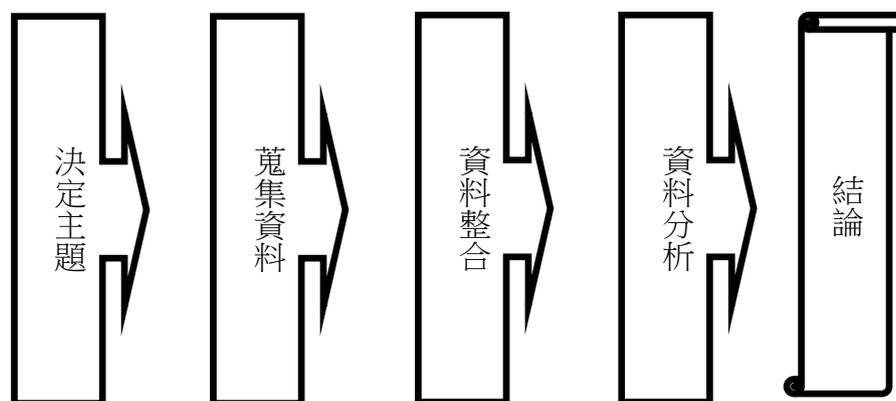
### 一、研究動機：

在 1998 年的諾貝爾醫學獎之後，全世界眾多的研究人員爭相探索這個在生物體內扮演傳導訊息的氣體分子，發現到這無色無味的小氣體一氧化氮竟然在免疫系統、消化系統、神經系統、抗癌物等多種領域並且可以透過食物、適量運動、補充保健食品等途徑獲得，皆具有奧妙又重要的醫療效果；在那之前，一氧化氮只是個具有毒性的小分子，大多在汽機車的內燃機產生的氣體或者抽菸所排出的氣體中出現，因此被全世界的環保團體設為拒絕往來戶，但隨著科技迅速的發展，科學家們發現人體內會自己產生這種小分子，且他在我們人體內有著重要的地位，且對於我們許多的疾病及生理狀況都有著神奇的療效，因此我們想要更進一步的了解這個神奇的小分子。

### 二、研究目的：

我們身體體內的每個部位都有機會出現血流速度變緩的情形。隨著血流速度變緩部位的增加，血液在血管中的運行越來越慢，身體組織和器官不能及時得到血液和養分的供給，身體的組織器官因為缺血、血液流通不順暢、營養成分和氧氣輸送不足，而引起不同程度的功能衰退、壞死，給生活帶來許多的不便與痛苦，嚴重的還可能威脅到生命。血流速度變緩的現象大多數發生於中老年人群中，但最近這幾年卻有越來越年輕化的趨勢，因其廣泛性和嚴重性，使得世界醫學界的高度重視；還有心臟病、性功能衰退、高血壓等這些都是現在高齡化社會中常見的疾病，但經過科學家們的研究發現到一氧化氮這種奇妙的小分子，對於這些疾病或症狀，有著他獨特的功用。

### 三、論文流程

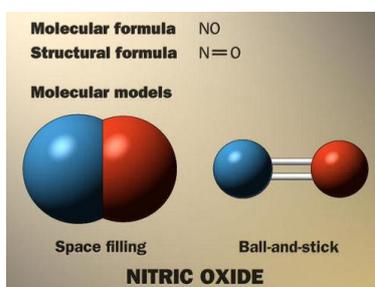


貳●正文

一、一氧化氮

(一) 一氧化氮

一氧化氮是一種小分子（氮的化合物，化學式為  $\text{NO}$ ），因為一氧化氮帶有自由基，使得它的化學性質非常的活潑，他能夠自由的往來細胞膜之間。一氧化氮是個有奇數電子的自由基分子，一氧化氮在標準狀態下為無色氣體，液態、固態呈藍色。它與氧反應結合後，會生成具有腐蝕性的氣體——二氧化氮。一氧化氮族有幾個種類（不同價數的氮）：有麻醉功能的一氧化二氮（ $\text{N}_2\text{O}$ ）為正一價， $\text{NO}$  是正二價， $\text{N}_2\text{O}_3$  是正三價， $\text{NO}_2$  是正四價， $\text{N}_2\text{O}_5$  是正五價。它們各有不同的物理與化學性質。



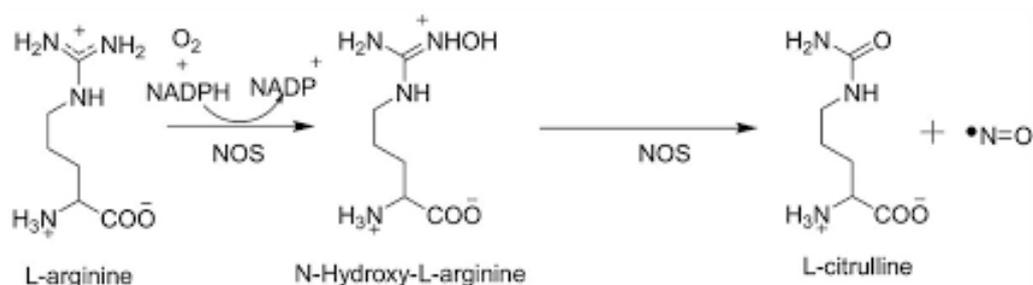
(圖一) 一氧化氮分子圖

(二) 一氧化氮的生成

一氧化氮的生成基本上分為兩種，為酶生性一氧化氮和非酶生性一氧化氮。非酶生性一氧化氮透過供體產生如硝酸甘油等臨床藥物產生；酶生性一氧化氮必須要有酶和前體物質的參與，這種酶稱為一氧化氮合酶（Nitric Oxide Synthase, NOS），人體內有 3 種的這類酶，分別為神經型一氧化氮合酶、內皮型一氧化氮合酶、誘導型一氧化氮合酶。一氧化氮在人體內主要是經由由 L-精氨酸（L-arginine）在一氧化氮合成酶（Nitric Oxide Synthase, NOS）催化下轉化成 L-瓜氨酸（L-citrulline）和一氧化氮（NO）。（註一）

(表一) 一氧化氮化合酶分布位置

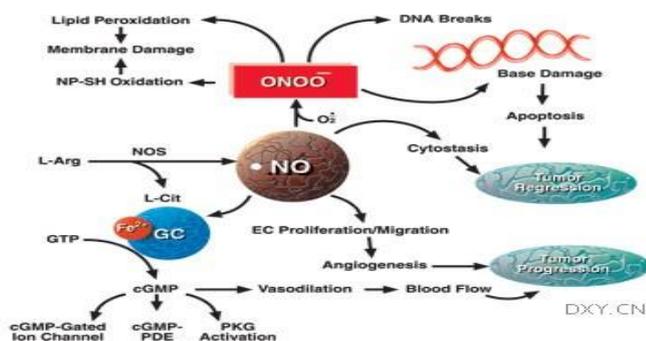
一氧化氮合酶種類	分布位置
神經型	分布在人體神經元細胞當中
內皮型	分布在血管內皮細胞
誘導型	分布在人體免疫細胞當中，例如：T 細胞、淋巴等



(圖二) 一氧化氮生成圖

### (三) 一氧化氮的主要功能與作用

經醫學證明，一氧化氮對於心腦血管主要功能包括了血管舒張、防止血小板的凝聚、降低血小板的黏稠度防止低密度脂蛋白氧化這些，血管的內皮細胞受到乙酰膽鹼、緩激肽等化學物質刺激後，使細胞膜上的鈣離子通道開放，細胞內的鈣離子濃度提高，經由鈣調蛋白（CaM）引發一氧化氮合成酶，一氧化氮便由精氨酸產生了。一氧化氮分子經由血管內皮細胞進到平滑肌細胞裡，細胞連鎖反應後讓肌肉收縮因子 **Myosin** 與 **Actin** 分離(註二)，使得平滑肌細胞放鬆，平滑肌細胞放鬆後，血管擴張、柔軟、保持彈性。因此一氧化氮可舒張血管,有利於預防血脂肪沉澱物堆積在血管內壁，造成動脈硬化或阻塞、中風、心絞痛、高血壓等疾病。



(圖三) 一氧化氮的作用

#### 1、調節細胞體中的增生作用

一氧化氮可以透過以下幾種機制來抑制細胞增生：

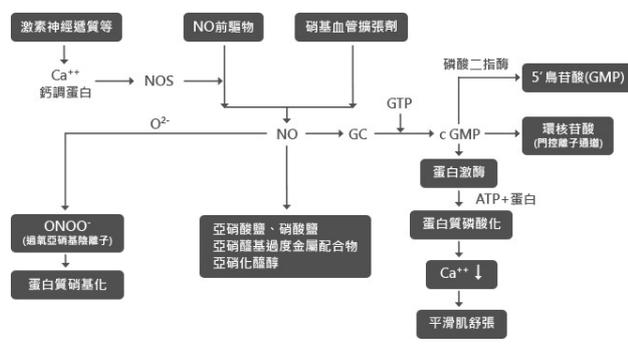
- (1) 過非環磷烏苷酸的依賴途徑，啟發胞漿內核糖基轉移酶去催化核糖基（ADP）轉移到 3-磷酸甘油醛脫氫酶而損壞

糖酵解。

- (2) 核糖核苷酸來還原酶上酪氨酸與活性部位的相互作用，讓酶因為失去活性而抑制核酸的合成。
- (3) 透過和細胞色素血紅素輔基的相互作用來影響電子轉移。
- (4) 藉由讓細胞內環磷鳥苷的含量增加，引發環磷鳥苷的依賴性。
- (5) 抑制血小板的聚集、黏附、及分泌。
- (6) 減少內皮細胞和嗜中性粒細胞的相互作用。

## 2、調解血管張力

動脈對非腎上腺素刺激的反應會因為一氧化氮而減少，促使血管擴張，還可透過調節內皮血管收縮及生長因子的反應來影響血管張力；缺氧可導致具有強效內皮血管收縮作用的致損傷因子及細胞分裂劑的分泌和反應，細胞分裂劑可在動脈粥狀硬化時抑制住外源性一氧化氮的生長。



(圖四) 一氧化氮的機理圖

## 3、調節內皮的抗血栓作用

最近這幾年，科學家研究發現，一氧化氮是一種有成效的血小板抑制劑；因內皮的受損而去促進血小板聚集跟黏附，而一氧化氮能去抑制血小板的這種反應；內皮表面的抗血栓作用也跟一氧化氮和前列環素的協同作用有著很大的關係；另外也有報導指出，一氧化氮和前列環素對

於血小板有著抗聚集作用，能使血栓的形成減少也可抑制局部的血管痙攣。

#### 4、一氧化氮與腫瘤間的作用

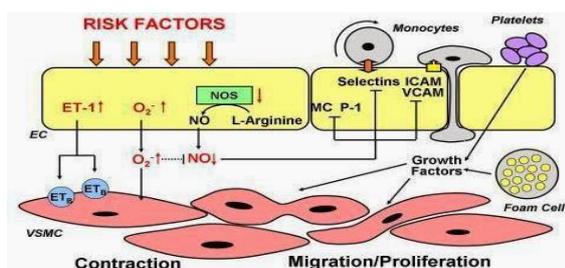
一氧化氮以被廣泛使用在執行參與炎症反應、血管調節、信號傳遞以及免疫調節等數種功能，而與消化系統的生理功能及臨床病理間也存在著密切且與廣泛的關係，具有經由多種改變消化道腫瘤的生長、轉移及發展的功用。

(1) 一氧化氮和肝癌：在原發性的肝癌腫瘤組織以及癌周肝硬化組織裡，有著較高含量的內皮型一氧化氮合成酶變化，顯現出在肝炎後的肝硬化惡性轉變和肝癌的發展中，一氧化氮對於此產生了一定的作用，且誘導型一氧化氮合成酶的活性大小與肝癌的血管生成有密切關聯，可以透過檢測一氧化氮合成酶的反應及活性來提供更多血管生成腫瘤行為和資訊。

(2) 一氧化氮和腦癌：細胞因子刺激神經膠質產生一氧化氮，能夠抑制大腦腫瘤細胞在中樞神經系統中的生長和發育；研究指出，細胞因子劑量依賴型一氧化氮的產生，可以抑制小白鼠原發腦瘤細胞系和人類原發大腦腫瘤細胞系的生長及發育，並且在三個續發性腫瘤細胞系中發現相同的抑制效果；另外也發現這種抑制能夠隨著一氧化氮合成酶的抑制劑來減弱，這充分指出一氧化氮有著抑制腦腫瘤方面的作用。

#### 5、一氧化氮與免疫系統

免疫系統產生的一氧化氮分子，可以在人體內有感染時，抵抗侵入人體的微生物，甚至還能夠在某種程度上阻止癌細胞的繁殖，並阻止腫瘤細胞擴散。一氧化氮可以協助殺死細菌、病毒、寄生蟲等感染，也可以刺激胸腺產生免疫殺手細胞（Killer T-cells），提升抵抗力。



(圖五) 一氧化氮與免疫系統

## 6、一氧化氮對於腦的功效

一氧化氮可當作神經傳導因子，傳遞神經細胞之間的大小訊息，促進神經細胞之間的溝通，跟大腦學習、協調、睡眠、記憶等中樞有眾多的關聯性，且會影響胃腸的消化功能，當一氧化氮的產量不足時會致使病情更加惡化。

## 7、一氧化氮對於性功能方面

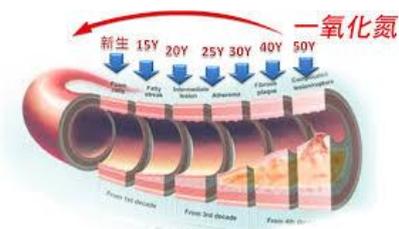
一氧化氮對男女的生殖器官有著刺激、增加其生理反應的特殊功效。奇妙的威而鋼(Viagra)即是以產生一氧化氮效果為其療效，使得勃起組織內的血管平滑肌舒張，來增加血流量，適量的一氧化氮能增加性高潮與性刺激的持久。

## 8、一氧化氮具抗發炎功效

一氧化氮可以舒解發炎，對於肌腱關節的病痛與發炎，有很好的消炎緩和效果。嗎啡的藥效就是產生一氧化氮，一氧化氮本身不會引發成癮性，但它卻是藥物作用中的有效部份；不過當一氧化氮濃度過高時，則會產生過氧化的自由基，因而造成細胞毒性、發炎反應這些負面的影響；一氧化氮的過量生成，跟糖尿病及敗血性休克皆有關，一氧化氮與過氧自由基的作用，產生強氧化劑而對細胞產生傷害。

## 9、有效的取得一氧化氮

一氧化氮參與了人體各個系統的循環、代謝，對於健康有著重要的功用，因此有效地獲得一氧化氮便成了一門學問；多攝取富含一氧化氮前導物的食物，能夠使體內有充足製造一氧化氮的原料，包含：堅果類、穀物、大蒜及洋蔥等等，對身體以及心腦血管有負擔的食物像蛋黃、動物內臟這些高脂肪及高膽固醇的食物盡量少吃，還有多運動也會使身體內自然產生一氧化氮；另外，也能透過一些健康食品來提高身體一氧化氮含量使身體有足夠的一氧化氮，維持各大器官最有效率的運用。



(圖六) 一氧化氮的流失

(表二) 一氧化氮在不同部位的作用

作用部位	一氧化氮 (NO) 的功用
血管內皮	使血管平滑肌細胞鬆弛而擴張血管，來降低高血壓
巨噬細胞	破壞腫瘤細胞或使其停止繁殖
神經細胞	可作為神經傳導因子，跟腦部的記憶和學習有關
陰莖海綿體	可增強、促進陰莖勃起

## 二、血液及血管

### (一) 血液

血液就像一條道路一樣，讓氧氣和營養物質，通道全身的組織和器官，同時體內的垃圾和廢物也在這條道路上。年齡的增加、不健康的生活方式等，這些情況下都會使得垃圾和廢物在體內不斷堆積。如果不能及時的清理與維護，生命的通道就會受汙染，血液的垃圾就會在血管內越積越多，讓健康的源頭變得黏稠、渾濁，速度變慢。垃圾逐漸沉積，血管變細、變硬，直到堵塞，就如同塞車的道路，越塞越長，生命的道路因此不再通暢。

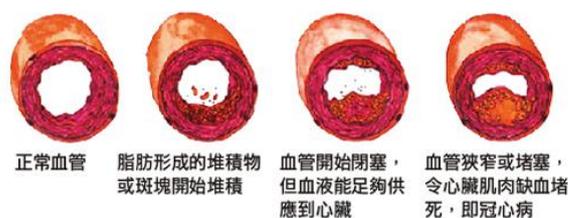
### (二) 血管老化

血液垃圾是血管老化的源頭，人體內的血管並不是不會改變的，而是隨著我們成長而成長，也隨著我們老化而跟著衰老。血液垃圾會不斷的攻擊血管，就如同抽油煙機的管子一樣，排放髒東西久了總容易堵塞、損壞，血管流動髒汙的血液也一樣；伴隨年齡的增加，膽固醇、三酸甘油酯等在血管壁上越積越多，倒致血管壁的柔韌性降低，血管因此硬化，血液流動也受到阻礙，最後因為缺血而引發心腦血管疾病。這就是為甚麼中老年人容易得到冠心病、高血壓等心腦血管疾病的問題所在。血液垃圾侵蝕血管後，血管損壞導致人體重要臟器出現病症，包括急性心肌梗塞、腎血管病等。這些疾病都是因為血管發生粥樣硬化和局部阻塞所引起的。

### (三) 血流速度變緩慢

血液中垃圾堆積以及血管老化，會造成血流緩慢甚至阻塞，使血液不能順暢地流動，也使血液無法提供養分給人體組織器官使用，引發各種疾病的形成；血流速度變緩就是血液受阻礙而不能在血管中正常的流動。血管是有彈性的，為了使血液順暢的流動，管壁內是很柔軟的。但隨著年齡的增加和不良生活習慣，脂質在血管壁內膜上堆積，尤其是血液垃圾及膽固醇，使得

內膜表面凹凸不平，凸出的管腔內，有些還伴挾帶著鈣質沉著及纖維；因血管壁內膜增厚了，纖維和鈣質的沉著，使得血管硬化，血管內的通道越來越狹窄，便造成血液流動緩慢。（註三）



（圖七）血管阻塞

#### （四）血液垃圾

人體內的血液垃圾，通常是指體內物質的代謝產物，比如說肝臟、肺臟等，血液垃圾產生的原因，主要有如下幾點：

1、飲食過量：食物吃太多，身體就無法消化吸收，因而產生剩餘物。另外，過量的食物使得消化器官須全力運轉，血液集中在消化器官，導致排泄器官處在休眠狀態。人體內的剩餘物不斷增加，最後變成廢棄物，堆積在血液中，而造成血液汙染。

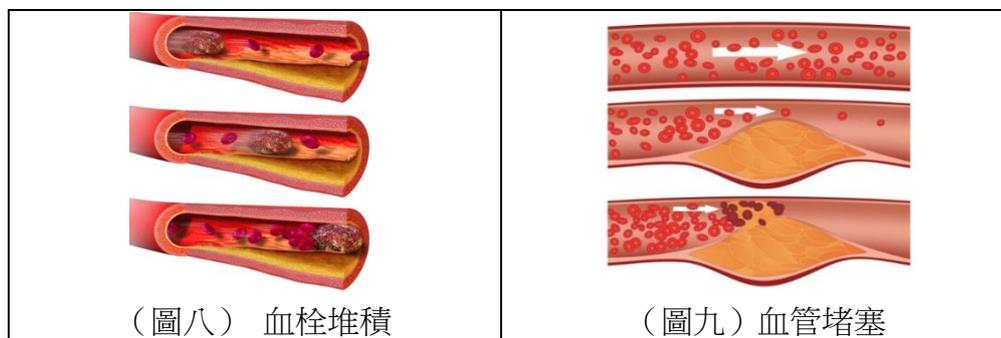
2、壓力：緊張會出現血管緊繃、面色蒼白、手腳冰冷、血壓上升等症狀。長期處在這種狀態下，會阻礙血液流通。使其無法正常循環。就如同河水一樣，一旦停止流動，水中的泥沙、廢物等就會沉積下來，若血液無法流動順暢，血液中的污垢也會沉澱在底部。

4、運動不足、排泄不暢：運動量不夠會使得肌肉衰退、萎縮，人體內產生的熱量減少，血液中的廢棄物無法燃燒，廢棄物囤積在血管和血液中，而產生血液汙染。

#### （五）血液垃圾造成的危害

我們的身體從二十歲開始，血液垃圾便開始堆積在血管中，最終使血管成了一個巨大的「垃圾場」。暗紅又黏稠的血液，使血管如同河床一樣漸漸抬升，促使血壓上升。血液垃圾堆積在血管壁上，漸漸的變硬血管就失了彈性；而一些脫落的斑塊容易形成血栓，就像顆未爆彈一樣在血管中飄浮，當血栓堵塞大腦血管和心臟血管時，心肌梗塞、腦梗塞等便發生了；血液垃圾

不但侵害血管和血液細胞，同時還傷害了身體其他部分的器官、組織、細胞，「在人體內產生血流速度變緩的現象並使血管老化，導致各種病變和疾病的發生！」（斐里德·穆拉德、陳振興，2011）（註四）



### 參●結論

在還沒開始收集有關一氧化氮之前，我們對一氧化氮的印象，僅限於汽機車排放的廢氣中有它的存在，但藉由這次小論文研究之後，我們蒐集了許多有關一氧化氮的資料，才發現到這個小分子它也存在於我們人體的血管中，只是我們不夠了解它；隨著科技的進步，醫療越來越發達，一氧化氮更被利用在許多醫療用途以及保健食品上面；像是中老年人群中常出現的三高（高血壓、高血脂、高血糖）；一氧化氮具有許多的作用，例如：舒張血管、抑制平滑肌細胞繁殖、減輕內皮細胞損傷能有效醫治高血壓；一氧化氮還有助於清除血管內壁依附的垃圾，並能即時的修復血管的內皮，使得自由基無法攻擊受損的內皮，因而保護血管，讓血管恢復彈性，另外，已經醫學證實，一氧化氮對於性功能障礙者，能夠有效的舒張勃起組織內的血管，而使陰莖勃起，這原理也透過製藥公司研製出了「威而鋼」，這種藥物可以維持血管平滑肌的細胞舒張，來增加血流量，還對心臟病有一定的療效。一氧化氮的益處不僅僅是對於血管而已，對於視力、臟器等等都有它一定的用處，甚至還有許多我們不知道的功能等著我們去發現。

### 肆●引註資料

#### 一、中文文獻

（註一）郭絜均。2000。懷孕子宮之內皮型一氧化氮合成酶可能的生理角色——一氧化氮與血管內皮型鈣離子相關黏著分子之相關。國立成功大學生理學研究所。碩士論文。

（註二）蔡德中。2005。一氧化氮、血管內皮生長因子與併發眼內新生血管疾病之相關性探討。國立陽明大學臨床醫學研究所。碩士論文。

(註三) 薛永亮。2009。一氧化氮與動脈粥狀硬化。《護理雜誌》，08 期 P698～701。

(註四) 斐里德·穆拉德、陳振興 (2011)。神奇的一氧化氮。台中市：晨星出版有限公司。

## 二、網路資料

圖一 一氧化氮分子圖 (查詢日期：2015/9/25)

<http://img1.cache.netease.com/cnews/2008/12/17/200812171858038cdbb.jpg>

圖二 一氧化氮生成圖 (查詢日期：2015/9/25)

<http://e021.life.nctu.edu.tw/~ymwang/research.html>

圖三 一氧化氮的作用 (查詢日期：2015/10/20)

[http://img.dxycdn.com/blog/upload/77/505/p\\_32572.jpg](http://img.dxycdn.com/blog/upload/77/505/p_32572.jpg)

圖四 一氧化氮的機理圖 (查詢日期：2015/10/15)

[http://www.feridmurad.tw/UploadFile/UserFiles/images/300094253\\_file\\_65975.jpg](http://www.feridmurad.tw/UploadFile/UserFiles/images/300094253_file_65975.jpg)

圖五 一氧化氮與免疫系統 (查詢日期：2015/10/15)

<https://lh4.googleusercontent.com/-Cs73melANG0/UpZQR44qUgI/AAAAAAAAAMg4/F65QBkwJ6ZI/s479/sdfs.jpg>

圖六 一氧化氮的流失 (查詢日期：2015/10/23)

[https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTdDwQzhmYbgUbiBcQyzorMOFU2YrwwqZOdb\\_kgzWFk234eJLUu](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTdDwQzhmYbgUbiBcQyzorMOFU2YrwwqZOdb_kgzWFk234eJLUu)

圖七 血管阻塞 (查詢日期：2015/10/14)

<http://fsv.money01.com.tw/cmstatic/notes/capture/114718/20150210140644147.jpg>

圖八 血栓堆積 (查詢日期：2015/10/12)

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/ff/Blausen\\_0089\\_BloodClot\\_Motion.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/ff/Blausen_0089_BloodClot_Motion.png)

圖九 血管堵塞 (查詢日期：2015/10/19)

<http://tse2.mm.bing.net/th?id=OIP.M2555273c6730f0f16b4ab9e192ad533aH0&pid=15.1&P=0&w=300&h=300>