

林西尼磐

著夫裏克特拉
謂 恒 存 範

行發館書印務商

J. D. Ratcliff 著
范存恆 譯

盤

尼

西

林

商務印書館發行

中華民國三十六年六月初版

(62719)

盤尼西林一冊

Gul Magi,
Boken om Penicillin

定價國幣叁元

印刷地點外另加運費

原著者 J. D. Ratcliff

譯述者 范存恆

上海河南中路

發行人 朱經農

印刷所 商務印書館

發行所 商務印書館

* 版 翻 *
* 所 印 *
* 有 必 究 *

目錄

第一章	黃色之魔	一
第二章	曙光	六
第三章	盤尼西林之前奏曲	一二
第四章	紅色素	一九
第五章	試驗之成功	三一
第六章	不再是珍寶奇貨	四四
第七章	對細菌作戰之勝利	五三
第八章	生產工業化之初階	六二
第九章	探照燈下之夜工	七一

第十章 普救衆生……………八二

第十一章 梅毒……………九三

第十二章 淋病……………一〇四

第十三章 戰爭中之傷口治療……………一一〇

第十四章 這還不過是個起首……………一二三

盤尼西林

第一章 黃色之魔

我想一定有許多人對這一章題目大表不然。尤其是醫學家們看見用「魔」字來形容他們的科學，即使「神蹟」兩字，也都受到劇烈的反對。他們認為神蹟兩字只能在聖經裏找到，而絕對不容許存在於現代化的醫院裏。就是一種新的醫藥，救了一位非死不可的病人，這也和「魔」字絲毫沒有連帶關係。

雖然現代化醫學家的反對相信「神蹟」兩個字在這裏還站得住腳。至於誰是誰非還請大家自己判斷。下面是一個例子，可以幫助我們得到比較圓滿的解答。故事發生於美國伯利漢城（Brigham City）的柏西乃爾（Bushnell）陸軍醫院。

伯利漢是個可愛的小城，位置在瓦沙區山 (Mt. Wasatch) 山麓。因為許多優良的條件，所以被選擇作為陸軍醫院之處所。這裏有便利的鐵道聯絡，靠近鹽湖城 (Salt Lake City) 飛行場，多陽光，空氣高暢而新鮮，少許帶着從數公里以外大鹽湖吹來的鹽味。

柏西乃爾醫院自成一城，擁有二千五百張病牀，為世界最大醫院之一。一九四三年春季，院內病人大多為受傷於太平洋戰場之美國官兵。有用看護機或用輪船自新畿內亞及其他戰區運來，因傷勢過重，非戰場附近醫院所能醫治。

大多數病人都帶着受貼染的創傷。就這小小的原因，已足致人於死命，受傷者軟弱無力既受溜彈炸彈嚴重的創傷，還要繼續與可怕的微生物，作生死鬥爭。

除此以外，許多是燙傷以及燙傷連帶骨髓炎，病菌攻入骨骼，使病狀變成可怕地嚴重。有的血液受強烈細菌貼染 (infection)，出路是百分之百的死亡。其他有帶着大的破口，子彈在體內深處爆炸，在肉裏開了個大洞。

所有病人都用硫胺 (註見次頁) 治療，都毫無結果。為了挽救病人的生命，醫生們不得不重新

採用老法子他們給受傷者大量富有蛋白質食料和維他命，必要時給予輸血，這種治療方法的意義，不過在延長他們的壽命。只要一天沒有斷氣，身體裏天然自衛力量，受營養品而維持相當程度，就能應付一部份病菌的攻擊。醫生除了這樣做法外，簡直束手無策。

醫生和護士們已竭盡其力。每一次試驗用外科手術來治療被貼染的傷口，得到的總是失敗，惟一的結果，倒是細菌獲得了新的生氣和力量，牠們尋找新的出路，或者就此進入了循環系統。病人的命運，很清晰地已被判處死刑。醫生們已無能為力，只有等待。有幾位病人處於此種情勢之下，竟達十四個月之久。

可怕的局勢，於一九四三年四月一日由一位自波士頓來臨的年青醫士所打破。他是馬沙蘇賽特 (Massachusetts) 醫院的里翁士博士 (Dr. Champs Lyons)。其目的在於表演一種櫻黃色，被稱為盤尼西林的新藥。

在多方面看來，這新藥是醫藥界的至寶。世界上僅有極少量盤尼西林應手，並且提煉非常困難。

(註) 硫酸劑 (Sulphamide) —— 所有含有硫酸根 ($-\text{SO}_2\text{NH}_2$) 醫藥之簡稱。

難。以少數治療試驗結果而言，人類尙未發現比牠更有強大殺滅細菌能力的武器。里翁士曾用以治療波士頓椰子園失火的受傷者，結果雖無決定性質，但大多數卻在令人驚訝狀況中復原。當時是用盤尼西林連帶着硫胺劑治療病人，所以盤尼西林還不足單獨享受勝利者的榮號。可是在柏西乃爾情形則又不同，硫胺劑已經表示無能爲力，所以盤尼西林單獨受到試驗。

里翁士及其共同工作之醫師選擇了院內最無救治希望的病人，十九位患血液中毒的。在他們牀旁擺着一張小桌，上面有一個玻璃鐘，內盛盤尼西林生理食鹽水溶液。一根橡皮管連接着一個針頭，將盤尼西林通入了臂靜脈管，發黃色的液體，開始滴入病人血液內。

幾隻驚醒的眼睛，盯在他們身上。有好多病人一開始就發生驚人的反應。眼睛已發着亮光面頰重獲色彩，生氣漸漸回復，十二人完全恢復健康，至於其他七位，盤尼西林竟無作用。兩位因心瓣炎和肺炎而死去。我們應該記住，小小的創口，往往是引導如此結局的主因。另一位是腦動脈血塞，非任何藥劑所能爲力；還有兩位則由盤尼西林不發生作用的細菌——*Proteus* 桿菌所貼染。

現在試驗到四十九位複雜折骨病人。骨片刺出皮膚，創口爲細菌所侵染，在這種情形下，外科

醫生不能毫無危險地施行手術。如果盤尼西林能消滅病菌，外科醫生就可挖去死肉固定骨骼縫紮傷口。在這一羣中，四十二位很快地復原，一個極可注意的高百分率。我們應當記住，柏西乃爾所選擇的病人，都是極度惡化的。

十二骨髓炎，十一位有良好進步，相同情形見於腦膜炎，中耳炎及柔軟組織炎等。在受治的二百〇九位病人中，除以前所言者，僅死去六人。

就這簡單的事實，已經足夠解釋我定這章題目的原因。

第二章 曙光

亞歷山大·佛來明(Alexander Fleming)是一位不大很講究的老先生，有着亂草樣的眉毛和雪白的頭髮，穿着硬領的襯衫，說話的聲音，總是那樣安靜而穩定。如果有人在他時常光顧的許多倫敦飯館裏碰到他，人們一定會錯認他是公事房裏的書記或者商店老闆，他生於一八八一年在樂和非爾特(Lochfield)，父親是個蘇格蘭農夫。當佛來明決定學醫的時候，他選擇了倫敦的聖馬麗(St. Mary)學院。斯時聖馬麗學院幾乎同佛來明自己一樣的不足掛齒。它既沒有劍橋那樣著名，更不如巴特(Bath)有着古老和光榮的傳統，雖則如此，聖馬利出了不少著名人物。

在聖馬利數年，佛來明各科成績皆列優等，畢業後留校任細菌學講師。受魏德爵士(Sir Almroth Wright)密切指導。當時魏德在醫學界上，已享盛名。他曾發現傷寒防疫法，如培養億兆傷寒菌，殺之而注射於體內，則生抵抗力，永不再受傷寒之侵犯，至於英國陸軍對此法大不以爲然。並

對因注射所引起的劇烈疼痛，痛加評擊，後波爾戰爭發生，英國軍人才得一教訓。少數抗毒士兵，始終未被貼染傷害，而其他未受注射的，死者數千。三萬一千名重病失去戰鬥力的士兵，運回英國。大量人力，無數人命受無謂犧牲者，莫此為甚。於是以前認為魏德爵士工作毫無價值者，皆藉詞申護，他們自始至終，承認傷寒防疫法的良好，只不過環境未能允許，沒有得到機會加以實地應用而已。餘音嫋嫋，只足增爵士身價，使之名列英國第一流醫學家。

佛來明在聖馬利教程，還不能切實開始，第一次世界大戰爆發。他自行報到入伍，被派充軍醫上尉，分發至法國，任布隆乃（Boulogne）英國遠征軍第十三醫院主任。

佛來明受命尋求性質格外優良的傷口消毒劑，工作極富有意義。自巴士德、李斯特（Lister）——與巴士德同時的英國醫學家——以後，成羣科學家，孜孜不倦地在研究室裏尋找問題的解答。佛來明無庸長期觀察，即可發現當時所有消毒劑的缺點，幾乎沒有例外，固然消滅了細菌，卻也以同樣威力，殺害白血球。

消毒劑殺死了白血球，削弱了身體天然抵抗細菌的力量。還有幾種消毒劑，竟傷害周圍組織，

消滅了第一批侵入敵人，卻開後繼者之大道。佛來明認為，這樣治療傷口，實在得不償失，我們是否應該找出一種和平而舒適，力量只盡於細菌而與身體細胞組織無相妨害的消毒劑？

要想找出這樣一種靈藥，是生與死的問題。四年之內，佛來明始終讓這件事實在腦子裏盤旋。斷肢殘體，受着重傷的英國兵士，像潮水一般地湧進了醫院，佛來明知道，只要細菌進入了傷口，接着發炎，然後血液中毒，末了，很少有例外的結局——死亡，在實驗室裏長大的佛來明，見了這一幕幕的悲劇，實在不能無動於中。

戰爭期內，佛來明尋求與身體無害消毒劑的試驗，毫無結果。戰爭結束後，他並沒像旁人一樣把這件事忘掉。他結了婚，他開始了醫師業務，他在聖馬利教書，他還是繼續研究。

佛來明是個奇怪的研究者，和他人相反地，並不喜歡預定工作計劃的枝節。當時「集團研究」在德國正被大量採用。德國人收集了一個集團，分配一二十甚至幾十個科學家，大規模地研究新的咳嗽藥，新的頭痛粉，新的消毒漱口水，一年又一年，他們向着預先決定的目標前進。試驗着一切可能想像的方法，利用了成千的猴子，兔子和老鼠。

這樣研究，無疑的可以得到良好的結果。但是佛來明並不喜歡這種方法，他覺得未免太呆板，太機械化，他要一個人幹一個人的，當然他可能碰到獨力不足解決的困難。或者因此而功名未成身先死，但無論如何，他可以得到探險家一般的樂趣。

在聖馬利佛來明的研究室內，缺少一切引人注意的東西。靠着牆壁，排列着灰暗的櫥櫃，窗旁邊，一張發了斑點的辦公桌，就在這裏，佛來明做了許多工作。雖沒有什麼特別了不起，但都是良好而實在的工作，他曾發明一種新的梅毒測驗方法，可是並不比瓦沙曼(August von Wassermann)測驗法高明。以科學眼光來看，他已做了一件成功的事蹟。

一九二二年他在體液內發現新酵素，他稱之為利素清(Lysozym)。在眼淚和鷄蛋白內含量最多。自然它沒有別的功用，除了殺菌，可惜它只能殺傷與身體無害的細菌，至於那些為非作歹，害人性命的，顯然不受利素清(Lysozym)絲毫影響。

一九二八年秋天，佛來明工作着葡萄球菌的培養，這些魚子狀的細菌，就是生長酒刺，濃痞，血液中毒和給予人類許多其他痛苦的主因。他研究着球菌的變態。好像花園裏的花，各種外在因素，

影響着花的外觀。生長在肥土，富有空氣，陽光，肥料和水的花，一定高而美麗，相反地長在陰影，黑暗地方的，必然枯瘠而無美色。細菌的生長，也是同樣情形。

外在因素，如溫度，養料，氧氣供給，可以完全變換細菌培養的外形。平勻光彩的細菌培養集團，變成灰暗而枯燥，這些殺人不眨眼的野獸，好像被拔去了爪牙，柔弱而無害。

一九二八年秋季佛來明的工作，就在這條線上進行。

他有許多培養碟和玻璃瓶，裝滿着牛奶樣的培養液和葡萄球菌。他打開了一個碟蓋，吸出了一點培養液，拿到顯微鏡下面觀察。

他發現在許多培養碟因受了某種外來微生物的侵入而不純潔，一種黴菌受風力的傳播，來到了他的培養碟裏。如此事實，已經司空見慣，差不多發生過每一個細菌學家的實驗室內，差不多個個細菌學家對此有着相同的反應，只有自認倒楣，多荒廢了一度培養，多增加了一些工作的失敗。

起初，佛來明也感覺到同樣的失望。這完全出之自動，因為從前至少已經發生過幾十次，要避

免培養不受異物的污染簡直不可能。唯一可以做到的，把不純潔的培養棒掉。

但是他遲疑了一下，就在這一瞬息間，他的遲疑救了千萬條生命——活着的人們和還沒有出世的。

他把碟子拿在手裏，把蓋子稍稍打開了一點，使他在這不很光亮的實驗室內可以看得清楚一些。污染的地方好像綠霉，可是那是另外的東西，佛來明特別加以注意的。

在他的記事冊裏，以小兒一樣的筆跡寫着：

『什麼引起我的驚異，就是在綠霉的周圍相當廣大的地域，葡萄球菌發生蝕化(lysis)，從前長得那樣茂盛，現在只剩下了一點枯影。』

發生蝕化！——這總有什麼東西，把細菌消滅或者殺死了。

第三章 盤尼西林之前奏曲

佛來明寫道：我對此種現象詳細觀察，十分感覺興趣。細菌培養碟之現形，竟使我不能控制該日所應做之工作。

人類看到太陽的降落至少好幾千年，才有個古貝尼可士（Nikolaus Copernicus）發明天文學。蘋果曾經落在幾萬人的頭上，才輪到牛頓發明地心吸力的學說。

無數的細菌學家，曾經把被污染的培養碟摔掉，可是佛來明以研究家的眼光，仔細地觀察了碟內培養物。他看見在徽菌周圍有一層清純圓環，「葡萄球菌被蝕化。」幾千萬個細菌被徽菌分泌之某種物質所消滅。

在佛來明以前，就有許多人曾經觀察過這微生物相互剋制現象，顯微鏡下的惡烈戰爭。有人曾對此種現象加以解釋，他們認為此類微生物在培養碟內有特殊吸取養料的能力，所以牠們的

競爭者無法獲得食品，不得不飢餓而死。

兩位德國科學家，愛麥利西 (Emmerich) 和勒夫 (Loew) 也曾工作過和佛來明觀察觀相同的實驗。他們把腐蝕其他細菌的一種菌名叫 *Bacillus Pyocyaneus* 單獨培養，從這細菌裏，提煉出了一種汁素庇握青那斯 (Pyocyanin)。庇握青那斯對數種病菌有很微弱的力量，至於許多兇惡的病菌，則毫無作用。

但是佛來明黴菌所分泌的神祕物質，即對最兇惡的病菌，如葡萄球菌也有強大力量。恐怕就是這物質，在十四年前爲他逼求而不可得者。一種神藥，對人體組織和平而無絲毫妨害，而卻有強大殺菌能力。

他把黴菌用白金絲挑了一點到培養肉汁內，牠在普通室溫也生長得很好。起初是白色的霉毛，然後變成一層綠色地氈，在顯微鏡下，好像一條條長蛇。

佛來明認爲牠是屬於盤尼西隆 (*Penicillium*) 族。拉丁文的意思是毛筆，因爲在顯微鏡下，牠們就像浸在水裏的毛筆，頭上向四周張開着筆毛。至於屬於何支，他不敢斷定，因爲這是黴菌學

家的專門，而非細菌學家所能爲。

盤尼西林是一個望族，有許多本家。如羅克福德支（*Penicillium roqueforti*）存在於羅克福德乳酪中；再如康門柏支（*P. camemberti*）給予康門柏乳酪一種特有的氣味；*Penicillium expansum* 可以把蘋果樹上一半菓子爛掉；*P. digitatum* 攻擊橘柑。再如佛來明錯認他所發現的黴菌是紅盤尼西隆（*P. rubrum*），其實是 *Penicillium notatum* 等等各支。

佛來明把這件極有興趣的事實告知他的兩位助手，李德雷（Ridley）和克拉多克（Cradock）。佛來明想起了他在法國時的教訓和傷口消毒劑等。可是現在應該把這更重要的工作先解決，讓以後有空，再慢慢思索舊的回憶吧！

顯然的，黴菌分泌了一種液汁，殺滅細菌。此種物質一定存在於生長黴菌的營養液內。於是佛來明把黴菌培養肉汁仔細地過濾，然後把這濾液滴在一個長得非常茂盛的葡萄球菌培養碟內。數小時後，碟內細菌都已死滅而化爲烏有。佛來明與其助手們立刻開始稀釋肉汁，百分之一的肉汁水溶液還有殺菌力量。即使再沖釋至二百和三分之一，尚能阻止葡萄球菌的生殖。佛來明又

把它稀釋至八分之一，殺菌能力並未消失。換句話說，它比純粹的石碳酸強三倍之多。

佛來明在他記事冊中寫道：

「事實表現着——有一種盤尼西隆黴菌分泌了有非常強大殺菌能力的物質。」

克拉多克和李德雷準備好了許多其他病菌的培養。於是開始在培養碟內試驗黴菌濾液的效力。八分之一稀溶液殺滅了肺炎菌，百分之一溶液已足殺滅鏈狀球菌。

無疑地，這種神祕的黴菌分泌物，要算是在人類發現的殺菌藥物中最強的了。沒有任何一種能夠得上和它比較。可是它是否對動物或人體也有相等的毒性呢？佛來明連忙準備了家兔和白鼠。他將注射器吸滿了黴菌培養肉汁，在家兔耳朵粗大的靜脈管上，選擇了一個適當地點，把針頭插入。家兔將藥劑吸收後，竟未改其天真快樂之常態，在籠中跳躍飲食如初。睜着兩隻大眼，向籠外四處呆望。牠們不但未死，並且都不曾病倒。

於是試驗到一隻白鼠。佛來明把牠肚皮上毛剃掉後，將黴菌濾液注射到腹腔內。這次情勢比較嚴重，因為細微的腹膜對一切毒素和細菌，特別感覺靈敏。

小鼠在起初似乎有點不高興，可是過了一會，竟恢復常態，好像什麼事都沒有發生過。現在可以說，黴菌濾液對動物體絲毫沒有毒性。即使注射到小鼠脊髓管內，亦無任何傷害。

現在這新發現的藥物，已經到達命名的時機，於是佛來明稱之為「盤尼西林」。

他說：這比石碳酸還要厲害的殺菌醫藥，如將其稀溶液塗於被細菌侵染之傷面上，它不但刺激身體組織，更不顯有毒性。

新發現的藥物，現在得試驗到其他許許多的病菌。這三位細菌學者，準備好了幾十隻盛了糕狀洋菜 (agar agar) 的培養碟。上面移植了各式不同的細菌集團，然後再將以試驗被命名為「盤尼西林」的新未知素 X 質之力量。

黴菌濾液滴在傷害菌的培養碟內，沒有作用。一個小小的失望。可是我們不能要求過高，一個鑰匙，打不開家家門鎖。

此外盤尼西林對痢疾菌和腸菌 (Bacterium coli) 也無作用。以一般而論，盤尼西林似乎對引起腸胃病的各種細菌，很少有力。

至於對淋菌，盤尼西林特別有勁，似乎對攻擊這危險的淋菌，特感興趣。對腦膜炎菌，情形亦復相似。

佛來明拿了一個空的培養皿，在裏面吐了一點唾沫，均勻地塗佈在表面，然後在碟中倒了些營養液體。在人類口中，差不多包含一切細菌種族。相當時間後，碟內差不多成了一個細菌種族大會。於是盤尼西林傾入，大部細菌幾立刻死去。剩留下來的，就屬於盤尼西林不發生作用之菌族。用了這簡單方法，細菌學家可以將各種不同的細菌，互相分離。

盤尼西林無疑地是有驚人價值的殺菌武器。可是在佛來明心中還存着懷疑。石碳酸也是非常有力的殺菌劑，可是它摧毀白血球。他回憶到法國。他想盤尼西林是否也有同樣的缺點，以其失而代其所得。

關於這一點，他非得有個明白的事實證明不可。他混了一些盤尼西林在人的血液內，仔細等待和觀察。幾個鐘頭過了，並沒有任何傷害發現。盤尼西林並不侵犯血液內的清潔工作者。

佛來明把這些結果，寫成了一篇短簡的科學論文，發表在一九二九年六月份的英國實驗病

理學雜誌 (The British Journal of Experimental Pathology) 上。

讓我回想已經發生的事實。一顆黴菌孢子，從窗子吹進了佛來明的實驗室，落在一個培養碟內。此後表示着，這一顆孢子實是最幸運的一顆，得以成爲人類生存偉大的保障。

格外難遇的巧合，就是這顆孢子正好是屬於 *Penicillium notatum*，恰好又是這一支，可能分泌這有用的盤尼西林。

可說無巧不成書，這些事實正好發生在佛來明的手中。經過他不斷的工作，以正確的眼光，觀察着葡萄球菌培養而了解其清純圓環的真實意義。

可是要利用盤尼西林來救人性命，還是一條艱苦的長途。黴菌濾液內，僅含有極端少量的藥物。收集了好幾公升的濾液，恐怕才足夠治療一個非常輕微的傷口，並且更不能成公升地把濾液注射到人類血管內去。

就這簡單的理由，人們將盤尼西林忘卻了幾乎達十年之久。全世界上只有佛來明的實驗室內。用它來隔離細菌，還對這新藥的存在，發生着興趣。

第四章 紅色素

竟想不到像佛來明的盤尼西林那樣有偉大救人性命能力的物質，被人們輕易地遺忘，難道研究界提不起勁來呢？還是他們缺乏理想力，不能了解佛來明的意見。

當時的情形是這樣，化學治療（Chemotherapie）——利用化學物質治療疾病——走到了一個灰暗時期，許多化學家，耗費了一輩子的光陰尋找殺菌藥品，最後他發現一生研究結果，並不比開始時多多少，他發明的化學品，對人體機構和微生物有一樣的強烈毒性。

偉大的保羅愛亞里西（Paul Ehrlich）可說是化學治療的開山鼻祖，化了好幾年苦工，才發明特里本紅（Trypanrot），可以殺死在非洲熱帶引起人畜嚴重疾病的特里本原生蟲（Trypanosoma）。他又化了更長的時間，研究砷化物，想找出一種可能治療梅毒的藥物。他以不屈不撓的忍耐力，試驗了六百〇五種各式不同的砷化物，最後才於一九一〇年發明這著名的黃色粉末六〇

六 (salvasan)

光陰荏苒，日月奔馳，許多化學家研究了許多治療其他疾病的化學品，結果一無所成。化學治療似乎是一門勞而無功的學科，最後只有放棄一切。

一九三二年，又有一批德國科學家，開始大規模舉行為德人所最喜愛而為孤獨實驗家佛來明所不樂行之集團研究。

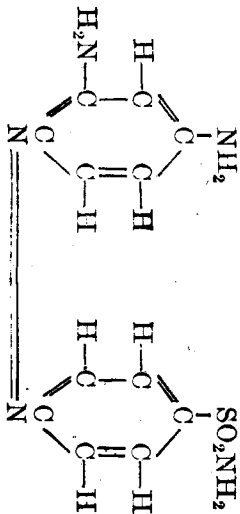
在愛爾貝法爾德 (Elberfeld) 顏料廠實驗室內，何爾來因 (Heinrich Horlein) 教授收集了一大批專家，開始他預先計劃的工作進程。愛亞里西試驗了六百〇五種化學物才發明六〇六，他們這一集團至少也要做到和愛亞利西同樣多的工作，來製出一種化學物質，有特殊效力對付鏈狀球菌——引起血液中毒，創口污染症及產褥熱的病菌。其中一小組，主要工作在研究亞促色素，(註) 由主任東馬克 (Oerhardt Domagk) 組員美慈西 (Meizsch) 克拉爾 (Klarer) 及其助手們組成，開始在實驗室內工作。

(註) 亞促色素即含有亞促根 (Azo, 化學式為 $-N=N-$) 之色素。

他們將老亞促色素分子內的外圍原子集團分解，代以新根，配出了許多新的亞促色素。然後把它們一樣一樣地試驗。鏈狀球菌注入了白鼠的腹膜內，白鼠的一半用作統制動物，就是不受任何藥物的處置，等待細菌來主宰其命運，其他一半注射了受試驗的新顏料。

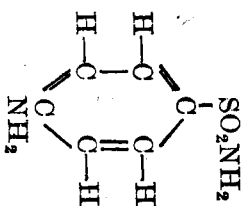
試驗工作進行了好幾個月，沒有一點結果。無論受到新色素或未會受到新色素處置的動物，統統死去。牠們的死去就同預先計劃的時間表一樣準確。但工作並未因此結束，還是繼續着，一直等到何爾來因下令停止。這就是集團研究的特點，人們試驗所有的一切。

最後一種新的顏料被發明，像寶石一樣鮮紅的色素。它的化學學名是 4 - sulfonamid-2: 4 - diaminazobenzol，結構式如左。



藥物學名 Prontosil rubrum。東馬克挑了二十六隻幼鼠，每隻小鼠的腹腔內都注射了大量鏈狀球菌。其中十四隻擺在一旁，等待其必死之命運，二十二小時後，只剩下一隻還透着一絲餘息。兩小時後，已無有活命者，至於其他十二隻注射了新色素的小鼠，竟安然無恙。

此後法國化學家把東馬克紅色素中有作用部份提出，就是這著名的白色蘇爾芳尼爾亞德 (sulfanilamid) 為磺胺劑



類 (sulfonamid)——含有硫酸根—— SO_2NH_2 ——化學藥品之統稱) 最主要之一種。其他化學家也急忙地跟着研究此類鹼性化合物，結果製出了好幾百種磺胺劑，不過其中只很少幾種有

治療價值。

當時研究硫胺劑似乎是一條尋找醫藥最時髦的途徑。化學治療的門戶也大被開放，用化學藥品治療疾病的希望，重新又燃着在人類與細菌鬥爭之戰場上。

約在一九三五年左右，一件有重大意義之新發明被完成，它給盤尼西林開闢了一條寬闊的大道。

羅克菲勒學院 (Rockefeller Institute) 紐約醫學研究所實驗室的杜博士 (René J. Dubos) 正對着幾種自然現象幻想着。

他想泥土給予人類生存的食料，相反地，它又有着毀滅性。如果把一張菓葉，一隻麻雀或者一塊排骨埋在地下，不久就被土中細菌吃得乾乾淨淨，有一位科學家計算每一顆黃荳大泥土中，至少含有五千萬個細菌。

現在再說到散播疾病的細菌，是一種界於動物與植物間同樣含有生命的物體，全部轉紐點就在這裏，他想，如果在泥土中有細菌能夠腐蝕其他生物體，那末病菌自然也不能例外。

杜博士對他天真的理論並不認爲可恥，偉大的巴士德也會走在同一條路上，並且還有許多其他科學家們。

所有這些科學家們都以遊戲性質觀察這理想，然後把它推在一旁，可是杜博士日夜思索着，即使在作其他工作時，都牢牢地把它擺在心上。他把頭埋在兩臂中想着，在地球上總一定有良善的微生物，隨時隨地向病菌攻擊。

杜博士開始了有革命性的試驗，想解決泥土細菌之疑團。假如地球上有所謂一種良善的微生物，他得把它們找出來。

他的工作方法很簡單，一天，吃過中飯，他從廚房裏拿了三個玻璃杯，在實驗室後面的花園裏，將杯中盛滿泥土，然後就擺在架子上。天天早晨，他在第一號玻璃杯內澆些牛乳狀的肺炎菌，第二號鏈狀球菌培養，第三號葡萄球菌。

這樣日日儀禮之意義非常清晰。在泥土中包含一種殺滅散播疾病細菌的微生物，現在天天得到心愛食料的營養，牠們自然繁殖得又多又壯。相當時日以後，牠們增加到可以從其他土中細

菌分離的數量。工作進行了好幾個月，杜博士才認為試驗理論的時機已經到達。

他拿了八根試管，內充肺炎菌培養，想着泥土細菌能在試管內發生如何一種現象。他從喂了好幾個月的第一號玻璃杯裏，捻了一點泥塊，丟在每一根試管內，當這小小儀式完畢後，杜博士跑到飯館去進午餐。

他回到實驗室時，竟不能相信他目中所見，第一根試管澄清如水，第二根很快的也變得澄清，一種不可思議的力量，以高大速度將管內肺炎細菌摧滅無餘，某種意義重大，或將引起空前後結果已在眼前呈露，但是究竟是一回什麼事，他實在不很明白。

他立刻開始研究試管中無聲無息的生死鬥爭。很快地，他從一根尙未完全清澈的試管內，吸出幾滴培養液，塗在一片戴玻璃上，固定染色後，拿到顯微鏡下觀察。在他眼睛下，表演着一軸永不消滅之戲劇——善與惡之鬥爭。

魚子狀圓形肺炎細菌包圍着一層紅色的外皮，杜博士為觀察清晰起見，所以染色得格外仔細。在牠們的旁邊，還有着許多不速之客，細小的桿狀細菌。當他看到肺炎菌時，牠們開始收縮，慢慢

地變小，最後竟化烏有。威望一時的惡菌被無名小卒殲滅得毫無遺類，唯一結論是，新的微生物分泌了某種有魔力的汁素，把肺炎菌消蝕乾淨。

杜博士繼續試驗另外兩隻澆注葡萄球菌和鏈狀球菌的玻璃杯中泥土。起先準備了八根試管，內盛從一位害玫瑰熱（Erysipelas）逝世病人身上取出有強烈毒性的鏈狀球菌培養，他重新看到一種非常危險的病菌，被大量地屠殺。

試驗不斷地進行着，他發現新微生物殺滅一切（註）格蘭姆正性細菌——經過格蘭姆所發明的染色法被染為藍色之細菌。在這一族內，包含許多散佈疾病的病菌，牠們引起白喉，肺炎，結核，脾灼症和產褥熱等。

發現新大陸的緊張時期已經過去，現在須得鑑定短小桿菌屬於何族，牠分泌的物質又是什麼。我們除去許多實驗室繁雜厭倦的工作過程不談，光說結果，這良善的微生物名叫 *Bacillus brevis*（其意即短小桿菌），一種存在於泥土，乳酪和其他各處之細菌。殺菌分泌物是梯洛得里

（註）格蘭姆為丹麥人，其全名為 Hans Christian Joachim Gram。

經過再精密的分析，它由梯洛其丁 (Tyrocidin) 和格拉米其丁 (Grammicidin) 混合而成，而後者為殺菌作用之主力。

我們應當注意到，以往的試驗工作，都在玻璃管內 (in vitro) 舉行，現在杜博士準備開始在活的動物體內 (in vivo) 試驗。第一次的對象是兩隻幼鼠。在牠們腹腔裏，注射了可以殺死一萬隻白鼠那末多的肺炎菌，然後再注射了格拉米其丁，土中微生物毒素，在泥裏有作用，在試管裏，也還有力量，現在等着要看，在活的動物體中，究將怎樣，光陰荏苒，好幾天過了，兩隻小鼠始終在籠中跳躍，牠們還活着，雖然牠們應該死了一萬次都不止，在重量和體積上計算，新物質竟比硫胺劑高明到一千至十萬倍之多！

在這一點上已很明白，現在我們有了一種不可想像地強大之武器以對付病菌——人類生存最大之仇敵，在極端稀釋之溶液，即十萬萬分之一，就能阻止肺炎菌之繁殖。

但是不可克服之困難也在這時出現。格拉米其丁並不能溶於水中，如將其注射於血液中，它將摧毀紅血球以替代殺滅病菌。它可於數秒中把老鼠殺死，家兔雖死得沒有這樣快，一個屍體解

剖可以告訴我們到底發生了怎麼一回事，體內內部流血，血液稀薄釋如水。

現在一切都完了，難道格拉米其丁也遭受其他許多醫藥上發明同樣的命運嗎？起初引起許多專家的注目，然後被遺忘得乾乾淨淨。看起來似乎如此。

這時有幾位臨床專家，不願把牠拋棄。他們認為一種不能注射於血液內的醫藥，並不就算毫無用處。

四方八處紛紛向杜博士要求他發現的土中細菌培養。現在這細菌已被命名為杜博士桿菌，一種細菌學家最高之榮譽。許多醫生願意自行加以培養，然後將有效成分提出。他們有將牠使用於病人治療上的個人意見和理想。在身體裏有許多空腔，如胸腔，腹腔，膀胱等。病菌往往在該處作祟。格拉米其丁雖然破壞紅血球，可是在這種器官內，也就沒有多大的關係。

格拉米其丁雖不能注射於血液內，但可用以治療破口和傷痕，並可用於體內空腔，肺炎菌往往引起嚴重的胸腔膿集積 (Empyema)，格拉米其丁對此或許有所作為。

波士頓伊文斯紀念醫院 (Evans Memorial Hospital) 有一位年方三十的醫生拉美爾康

鏈狀球菌注入了家兔胸腔內數小時後，腔內充滿液體，四十八小時後無一例外地死去。

拉美爾康普在家兔胸腔內注入了四西西鏈狀球菌培養，數小時後又注射了非常微少的格拉米其丁。胸腔內的病理變化，幾乎立刻停止，家兔們不但未死，反而對所行之試驗，絲毫不感有何痛苦。

這一次試驗的成功，使他敢於應用於治療病人。第一位是個十六歲的幼童。他害了胸膜炎至少一年，並開了五次刀把胸腔內膿狀液體排出。小孩一天瘦似一天，情況越變越壞。他想格拉米其丁能否發揮在兔子體內同樣的威力。

因為這時還不曉得格拉米其丁對人類身體的作用如何，拉美爾康普決定使用非常微少的藥量，共四公絲（一公絲等於千分之一公分）。這一點藥，肉眼都不大容易觀察到，差不多只有兔子劑量的二十分之一。爲了絕對安全起見，拉博士在他自己的皮膚下也注射了四公絲，並未感到任何不適，此外他還準備好一個安全活塞管，如果出了什麼事，可以在幾分鐘內，把格拉米其丁排出。

一切都準備妥當，拉博士從排膿管內注入了格拉米其丁。病兒在嚴密觀察下，由排膿管流出之膿液，受顯微鏡的檢查，體內一切病理過程，由此得到仔細的統制。不到四小時，胸腔內已完全消毒，病菌全部死去。兩星期後，病人已出院。

第二位受治療，結果同樣的圓滿。於是其他疾病也得到治療。一位男性病人，腿上長了一個可怕的膿口，這膿口已長了達十四年之久。於是格拉米其丁的酒精溶液注入瘡口，一天之後，細菌竟然清除，三星期後，病人完全復原。另一位病人是個黑種姑娘，腿上長着兩隻大瘡。她自己稱之為「露瘡」，因為她認為瘡痞的起因，在於她每天必須於清晨在浸滿露水的樹上摘菓。拉醫士用格拉米其丁治療其中之一，另一瘡口則用官樣文章老方法治療。四天後，用格拉米其丁治療的已經合口，至於那一個卻越弄越大。

幾百位相同的病人被治愈。在許多情況下，格拉米其丁和梯洛德里清是極佳的醫藥，可是兩種都有缺點。即使硫胺劑也有它的弱處。許多人不能忍受蘇爾芳亞蜜德，並且它對另一種為害人類的重要細菌——葡萄球菌，很少作用。需要更佳的醫藥品。

第五章 試驗之成功

化學治療史上開闢了新的世紀，全球各國研究家，以全部精力追獵殺滅微生物的化學物質。一方面殺死了細菌，另一方面絲毫不傷害身體的組織。工作得到大規模的反響和熱情，充滿了緊張空氣和良好結果。實驗室內製出了大量硫胺劑，可以治療許多特殊疾病，如肺炎，腸炎，腦膜炎等等，前途希望似乎不可限量。但是缺點也漸漸顯露，硫胺劑含有強大毒性，雖然設法改變分子結構，毒性始終未能消失。並且除了對葡萄球菌表示有稍許效力外，至於對其他細菌，根本毫無作用，理想的殺菌藥，尙待發現。

一九三二年佛來明報告：在生長盤尼西林黴菌培養液內浸漬的綑帶，可使創口驚異地迅速復原。同年，三位倫敦研究家，雷士巨克 (Harold Raistrick)，克羅德柏克 (Percival Walter Clutterbuck) 和陸維爾 (Reginald Lovell) 也提到盤尼西林，於是一時成爲較大研究工作

之目標。

他們把佛來明認為是紅盤尼西林黴菌(*Penicillium rubrum*)的樣品送到美國農業部東姆博士(Dr. Charles Thom)那裏去鑑定。他是世界第一流黴菌專家。

他的判斷是，佛來明黴菌並非紅盤尼西林黴菌，而是 *penicillium notatum*。

這三位倫敦研究家用人造營養料培養黴菌，並且曾經試驗提煉培養液內之有效成份。他們發現是項物質非常不穩定而容易分解。溶於醚，可羅芳等有機溶成劑中，可是當他們將溶液內之醚蒸發後，盤尼西林完全被毀。

雷士巨克想引起醫藥界上朋友們的注意。他希望他們能於純潔盤尼西林提煉成功時，把牠應用於臨床試驗上。可是許多醫師對之毫不感覺興趣，反而把一代醫藥史上不可磨滅的大名，失之交臂。

公開表示無所謂的態度，使雷士巨克心灰意冷，再加上盤尼西林化學性質的不穩定和容易分解，雷士巨克只好把一切工作放棄。

於是盤尼西林重新被人們遺忘

弗祿來澳大利亞人，生於一八九八年九月廿四日。畢業於亞德來德大學，一九二一年任助教，後轉學牛津大學，就此停留英國，執教鞭於該校。

弗祿來曾研究過佛來明的 *LYSOZYME*，他發現前途希望非常微小，便把它放棄。一九三八年他又在另一條新路上研究。

幾十年來，人們就聽說細菌剋制學說，就是各種不同細菌相互間之敵對性，可是人們在這學問還很少有所作爲。

一八七七年，巴士德曾經注意到有數種外來微生物，在一隻培養瓶內將（註）脾灼桿菌（*Bacillus anthracis*）消滅，他只平淡地加以記錄。一八九九年有兩位德國科學家，愛麥利西（Emmerich）和勒夫（Lhew）發現細菌 *Pseudomonas pyocyanae* 分泌一種物質名叫

（註）脾灼桿菌，一種在皮膚上引起脾臟色彩，灼傷樣創口之細菌。

pyocyanas 庇握青那斯（見第三章。）

以前曾說過，庇握青那斯 pyocyanas 效力非常薄弱。可是弗祿來認為，前途還有一線光明，所以決定開始加以研究。他的助手都從牛津請來。加德納（A. D. Gardner）主持細菌學部份，西德雷（Norman Heatley）和山德士（A. D. Sanders）照理細菌培養，另一山德士（M. A. Sanders）任生物學助理，至於化學研究，則選擇了亞不來漢（E. P. Abraham）和秦因（Ernst Boris Chain），以研究集團內各人物名望而言，首推在柏林出生的猶太人，秦因博士。

研究工作最重要問題，無疑的是金錢，得到牛非爾德（Nuffield）信託公司，羅克非勒基金會和國家醫藥研究院的供給。再者大半研究人員都是窮光蛋，自然很少有自己掏腰包的可能性。pyocyanas 的研究工作，繼續了好幾個月，結果一無所成，弗祿來只有將其放棄，開始考慮佛來明的盤尼西林試驗。

相信所有以往研究工作，似乎沒有比盤尼西林還要來得無希望。其中最大的，明顯地很少可能解決的難題，就是黴菌所分泌的有效成份過於微小。經過研究結果，注滿了一節火車廂的佛來

明黴菌培養液，其中盤尼西林含量，僅能用以治療一次惡性病症。

這時人們還不曉得如何從培養液內，提煉這寶貴的殺菌藥劑，除此以外，還有許多其他障礙，譬如盤尼西林的容易分解，若將濾液加熱，藥力即消失。培養液稍帶酸性或鹼性，盤尼西林就沒有作用。再如外界物質，異族黴菌或對盤尼西林有抵抗力的細菌之污染，整個都沒有用處。

凡有正常理解力的人都認為弗祿來在進行着無法解決之難題。仔細和謹慎心應當勸告他，不應在工作上荒費光陰。人們將如何可能相信，把黴菌濾液內極端微小的藥量變成市場上成貨。即使弗祿來完成了任務，他又怎能保險盤尼西林在醫院內和臨床上有所貢獻。

可是弗祿來並未被困難所嚇伏，相反地他定了幾百隻玻璃瓶來培養 *penicillium notatum*，他又弄到了一些佛來明黴菌，十年以前從窗子裏吹到佛來明實驗室內的黴菌之後裔。

西德雷和山德士開始培養。當人們不歡迎東西發霉時，霉毛卻在任何惡劣條件下生長，可是要培養一定種族黴菌，情形就大不相同。一切必須絕對消毒，即黴菌呼吸之空氣亦然，否則培養就遭污染。此外人們更應知曉黴菌最喜愛之食料，最適合之生長條件及溫度等。

西德雷和山德士整日整夜生活在綠色發着臭味霉毛的包圍中，飲食於斯，睡眠於斯。當他們認為霉毛長得成熟時，就把大玻璃瓶的黴菌送給秦因與亞不來漢去提煉未知素X。

任務需要長時期和無間斷的工作。他們試驗着各式不同的溶液找出一種合適的溶劑，以便將這寶貴的物质溶解，然後再找出另一種化學物質，把溶留的未知素X精練出來。

工作進行得極端遲慢，可是秦因不願將工作放棄。他不願困難，繼續苦鬥，他一面從霉毛裏把X質溶出，另一方面把這容易毀滅的未知素從溶液內提出。老天不負苦心人，工作的報酬是一勺紅糖樣淺黃色粉末。

他想這或許就是X質，至於是否，須待細菌學家加以證實。

他們試驗情形和佛來明的完全相同。在各式細菌培養碟內，注入了非常微少的X質。

結果大量細菌被屠殺，即使二百萬分一紅糖狀X質的稀溶液，已足以殺死作祟人類的病菌。整個實驗室因之而喜躍。惟弗祿來和生物學家金寧士(Jennings)並未十分受到感動，他倆

生怕此威烈物質對動物組織有同樣強大毒性。在玻璃管內(in vitro)結果非常良好，至於在動

物體內 (in vivo) 則又將如何？好像在賽馬途中，遇到了第二個障礙。

繼續試驗中，盤尼西林把疑問消滅得乾乾淨淨，所有實驗動物——貓、老鼠、白鼠、家兔等都未曾表示有任何中毒現象，現在奔馬遇到了最大的障礙。

盤尼西林能否在活的動物體內把細菌殺滅？

問題可由普通實驗室研究工作解答。誠如東馬克 (Domagk) 報告過，他的紅色素可在白鼠體內殺死鏈狀球菌情形相似，弗祿來選擇了五十隻白鼠，隻隻被注射了致死量的細菌，一種引起普遍血液中毒的鏈狀球菌 *Streptococcus pyogenes* 白鼠中之一半受每三小時一次的微量盤尼西林注射，其他一半不受任何處置。

六小時後，未受盤尼西林注射之白鼠羣中，有一隻死去，其他廿四隻病狀極為惡化。十二小時後，僅有三隻還活着，廿四小時後，全部死去。

自然，人們將樂於稱道，如果其他一半受盤尼西林處置之白鼠，始終健康而活潑。但實情則不然，六小時後，死去其中之一，血液中浸淹大量鏈狀球菌，其他各鼠則病勢嚴重，奄奄一息。廿四小時

後，情形並未好轉。第二天，盤尼西林在小鼠皮下與細菌惡劣戰鬥中，開始勝利，一星期後，盤尼西林獲得最後勝利，所有廿四隻白鼠，重又恢復其原有生氣。

跟着試驗的是膿菌 *Staphylococcus aureus*，試驗白鼠中之一半於六小時以後，就有一隻斷氣，再六小時後，又死去八隻，一晝夜後，僅有五隻尚存餘息，第二晝夜已無有生氣者。至於其他受盤尼西林處置之一半，僅死去三隻。像這樣有力量的殺菌武器，前所未有的，櫻黃色粉末不但能對付葡萄球菌，且兼及鏈狀球菌。

再次輪到的是破傷風桿菌 (*Clostridium septicum*)。在戰役上為其所害的兵士比被敵人在沙場上殺死的還要多。病菌自破口侵入，使鄰近組織，尤其在四肢部份，發生腐爛。細菌向內深攻，散出惡臭氣體，整個區域，被它變成黑色，甚至暴露骨骼。為了避免傳染全身，引起普遍中毒和死亡，除將腿臂鋸掉，腐肉挖去外，尚無更佳的醫藥發明。

可怕的破傷風桿菌注入了五十隻白鼠腹腔內。受盤尼西林處置的一半，僅死去一隻，其他一半則全部死去。

這時，所有弗祿來研究集團同人，都很明白地承認，盤尼西林實是所有惡性細菌不可克服之仇敵；相反地，它又是非常和平的藥物，受注射的白鼠，未曾表現過有任何中毒反應，家貓可忍受大量盤尼西林注射，而無血壓增高，心臟運動及呼吸加劇之現象。

自然，盤尼西林也有缺點，我們將如何可能得到足夠使用於人類那樣多的藥量。試驗白鼠，只要非常少的盤尼西林就行了，可是人比白鼠至少大三千倍，一個病人所需要的，比從前已經提煉出來的盤尼西林總和還多。此外，以動物試驗結果，盤尼西林以驚人速度自體內消失，主要的從尿液排泄。注射後一小時，血液中藥量幾乎等於零，如果要想維持一定有效濃度，必須於極短時間的間隔繼續注射，再不然，就讓盤尼西林接連不斷地滴入靜脈管內。弗祿來有一個比喻來形容這種現象，好比在浴盆裏開了自來水龍頭，盆下流水孔又沒有堵上。

可是工作並沒有因此而停止。弗祿來定了許多培養瓶，準備大量營養液以培養黴菌。這時有一家英國化學工廠，極願幫忙，也開始製造極為有限的盤尼西林。最後，弗祿來與其同人認為收集到的新藥，已經足夠治療一位病人。可是他們所收集到的，只是一茶匙櫻黃色粉末，其提煉價值，除

研究工作之精力與時間不計外，約達數千英鎊。但此一勺盤尼西林却又代表更多的真理，它閃耀着人類對疾病鬥爭中最光明的希望。

盤尼西林移交給兩位醫生手中，弗來且(C. M. Fletcher)和弗祿來夫人，馬麗弗祿來(Mary Florey)。

當人們試用一種新藥時，醫生往往選擇毫無希望，其他醫藥已完全無能為力的病人，如果新藥顯示有毒而殺死了病人，醫生也用不着疚心，因為反正病人總要死的。

一九四一年冬，他們找到了一位理想病人，四十八歲的警察。疾病的起因是在嘴角上一個小破口，創口受到病菌貼染引起了嚴重的發炎，細菌攻入全身各部，葡萄與鏈狀球菌交相為患，臉和頭上出了無數膿疔，並向下散佈到兩肩與臂上。微生物且攻入體骨和眼睛，兩肺亦被侵犯，硫酸劑無能為力，症狀卻因之而更形複雜，明顯地，病況已進入藥物中毒的階段。

病人床旁擺着一個玻璃鐘和橡皮管，一套和輸血用相似的器具，針頭插入臂靜脈內，生理食鹽水所溶化的櫻黃色粉末，開始滴入被判處死刑的病人體內。

廿四小時後，病況顯然地好轉。頭上膿疔已不復十分惡化，眼球炎似乎有所減輕。在病人臂靜脈裏，接連不斷地又滴了三天盤尼西林。右眼幾乎完全恢復原狀。每一滴尿液都被收集，送給秦因博士，他從腎臟排泄物內，提出了非常少量的盤尼西林，準備將此易於消失之醫藥，重新加以利用。

第五天，溫度已退，病人且能進食，膿疔開始消失，可是盤尼西林已經用完。這時，在全世界上找不出比針尖還大的一點盤尼西林，它幾乎爭得了最後勝利，但現在已無剩留，要想在短促時間內提煉一些盤尼西林，根本是不可能的事，再者人們就沒有方法使黴菌長得格外迅速。

沒有了盤尼西林，人們就不能把細菌驅逐，舊病於是重發，病人死去。這一次當然不能認為盤尼西林的失敗，再者，在長時期的注射，它並沒有表示藥物有中毒副作用。

第二次試驗，大家一定認為有更大進步，盤尼西林克服了必死之症。可是不幸地第二位病人也死去。微少的盤尼西林，恰在治療中途用完。

試驗盤尼西林的困難，和以往試驗其他新藥的情形幾乎完全相反。從前醫生總是在中毒界

限以內，給病人越多新藥越好。盤尼西林則不然，因為它根本沒有毒性，醫生可以給病人十倍甚至百倍所需藥量，用不着過慮有任何副作用。惟一的困難，就是有等於無那樣少的盤尼西林，爲了避免浪費新藥，不得不給得越少越好。

緩慢地又收集了比較多的一點盤尼西林，足以治療一位病人。這次是一位十五歲的男孩，在舉行外科手術時，創口受鏈狀球菌貼染，膿液不斷從創口流出。病兒臉色蒼白，瘦弱而發着高熱，硫胺劑毫無作用，於是自前一位病人尿液內提出的盤尼西林，注入了血內，當這一點用完時，才用到實驗室裏所提出的更多盤尼西林。這次準備的藥量超過所需，盤尼西林獲得最後勝利，它把創口膿菌殲滅，正同從前在玻璃管和白鼠體內試驗的結果完全一樣。

自冬至夏，西德雷培植着黴菌，秦因提煉盤尼西林，一個月辛苦的工作，才能滿足治療一位病人的需要。

德國轟炸機不斷在倫敦，柏明罕和其他城市投擲炸彈；法國海岸的船塢碼頭正在加工修築，準備供給德軍登陸英國之用；英國動員了青年婦女加入兵工廠；希特勒大軍向巴爾幹挺進的時

候，英國卻集攏了一大羣人在研究某種櫻黃色粉狀醫藥，日以繼夜不斷地工作，爲着想收集足夠量的盤尼西林，來挽救一位垂死者的生命。

盤尼西林已弄得相當的多，可以再來試驗一次。弗祿來夫人正好有一位十四歲的病孩，患着葡萄球菌所引起的血液中毒。血液中毒可說是一種死症，自硫胺劑發明後，總算把死亡率減低了一點。病孩得到大量 sulfathiazol，可是病情並未好轉，顯然的，他已被判處了死刑。

病菌攻入了四肢骨骼，尿液帶血，全身佈滿膿疔，經過九十小時不斷的盤尼西林注射，疼痛自四肢骨節中消失，血中已無細菌痕跡，又是一次勝利，又多救了一條生命。

可是這樣情勢不能長久繼續下去，研究人員不能就此把他們的一生緩慢地消磨在提煉盤尼西林工作中，他們必須尋找出路。

第六章 不再是珍寶奇貨

英國製藥和化學工廠開始對盤尼西林發生興趣，但是他們對此實在無能為力，整個工作着重在戰爭，一九四一年六月正是英國最灰暗時期，德軍在克里特島上驅逐了英軍在歐洲大陸上最後的殘餘，在近東方面與土耳其訂立互不侵犯條約，東歐方面，德國強大陸軍如風捲葉地攻入了蘇聯。

弗祿來明白盤尼西林對受傷官兵是多麼的重要，他無論如何一定要抓到些東西來生產這神藥。在本國，希望很少，這時在世界唯一有活動可能的地方，自然在大西洋的彼岸，弗祿來和西德雷(Healey)由羅克非勒(Rockefeller)基金會得到了入美旅行許可，準備在美國銷售及大量生產盤尼西林。

像這兩位帶着寒酸行裝的出口商人，着實少見。弗祿來是安靜而退縮，西德雷則骨瘦如柴，不

可救藥地害羞。再者以今日眼光來看，他倆除了一些價格昂貴櫻黃色粉末，一種僅試過六次，其中卻有兩次失敗的醫藥外，根本無他物可資出售。每一神經正常的人都認爲他倆實在引不起美國工業家多大的興趣。像這一種藥，需要成千美金才能提煉出治療一個病人的藥量，即使在美國，也只有煤油、鋼鐵大王之流才用得起。

他倆從紐約搭車到華盛頓國立研究院(National Research Council)，然後又拜訪了農業部黴菌專家東姆博士(Dr. Charles Thom)。東姆告訴他們，在柏屋里亞(Peoria)有一所農業部的實驗所，爲世界最完備的黴菌研究機關，那裏有一切可能性來幫助他們來擔當類此任務，如果要想完成理想，他倆最好立刻前往該處。

歷史給予我們多少悲慘的教訓，無辜生命犧牲在戰爭中，即使受傷的兵士，在美國南北內戰時差不多一半，第一次世界大戰還有百分之六失去生命，人類是多麼的不幸！

近幾年來，美國工業對微生物——黴菌，醱酵母，細菌等發生極大興趣，這許多微小的動物，有不可思議的能力，把廉價原料變成貴重化學物品，譬如有一種黴菌——*Aspergillus niger* 能

把糖醬變成檸檬酸，於是檸檬酸可以成卡車地出售予汽水，糖菓和相似工廠。

農業部實驗室的工作，就在這着眼點上進行。他們收集了三千多種不同的黴菌，為世界最富有之研究所。

實驗室醱酵組主任為古希爾博士 (Dr. Robert D. Coghill)，前耶爾大學化學教授，弗祿來，西德雷和古希爾開始討論，古希爾告訴他們說，美國製藥廠家已經開始製造盤尼西林，在弗祿來收集足夠治療一個病人的藥量以前，已經做過很多試驗。可是得的結果與英國完全相同，他們只能提出那末一點可憐的盤尼西林，根本沒有資格用以治療病人。

最後他們得到一個結論，沒有大量生產，盤尼西林根本毫無價值，不能大量生產，無庸枉想治療血液中毒的小兒，更不用談當磺胺劑無能為力時去救一位害肺炎的病人。

現在所需要的是佛來明發現的優良菌種及較好的營養質量，以便使黴菌分泌更多盤尼西林，如果生產水準一直那樣低落，盤尼西林將永無商業上價值。

他們討論着是否有可能性請製藥工業家來擴充已經完了的實驗工作。自然更需要政府的

參加。問題是，那一個國家實驗機關最適合於領導政府與工業家間之工作。

「難道你這機關不行嗎？」弗祿來問道。

「真的，爲什麼不行？」古希爾回答說。

在討論尙未結束以前，古希爾跑到實驗室去詢問他的助手，有那幾位願意在第二日清晨開始培養盤尼西林菌。弗祿來從口袋裏掏了一管佛來明原始黴菌的移植交給了古希爾。西德雷則決定留於柏屋里亞，以便盡其所知，指示實驗室工作人員以培養黴菌的方法。

古希爾選擇了莫也 (Andrew Moyer)，來柏 (Kenneth Raper) 等五人開始研究盤尼西林。可是到後來整個這一組共二十五人都參加了工作。領導任務由莫也和來柏擔任，莫也研究佛來明黴菌之變種，來柏研究營養問題。

在英國，盤尼西林黴菌培養液由水、葡萄糖、礦物鹽和一些化學質組成。每一立方公分濾液可得盤尼西林兩單位——一個單位是用以表示一定殺菌能力的量。

莫也發現黴菌並不喜愛它們所得食料，另尋優美營養品，自在意料之內。他試了各式不同的

物質，然後把生長的黴菌送到西德雷那裏去分析，結果盤尼西林含量，始終維持不變。

一日，莫也忽然想起一個主意，就是用磨玉蜀黍的漿汁，內含極高濃度的麥芽素，加以滲於培養液內。該水可自澱粉廠中獲得。莫也緊張地等待着結果，在外表似乎和從前的並沒有兩樣，黴菌起初像一層白色鵝毛，慢慢地變成綠色地氈，舖在營養液的表面，豐厚的莊稼可以收穫了。過濾完畢，濾液送去分析。

從溫箱裏取出了一碟葡萄球菌培養，一根高約兩公分，首尾開端的玻璃管，樹立在碟內。管中滴滿盤尼西林濾液，濾液緩慢地從下端滲透到細菌培養內去。相當時間以後，在玻璃小管四周，可以看到一個清純的圓環。明顯地指出，盤尼西林已在乳白色細菌培養內，把葡萄球菌殺滅。依據如此步驟，醫學家們才能測驗一種未知化學物質的殺菌能力。

十二小時以後，莫也檢查培養碟，發現清純圓環，比以往加大約兩倍。新加入之養料，已使濾液內盤尼西林含量至少增高十倍。換句話說，以從前相等的工作，可以多得十倍盤尼西林。

這是一個大踏步的前進。現在盤尼西林開始接近足夠的產量。黴菌的生長，就和普通植物，如

蘋果或番薯的生長完全相同。一顆長在石縫裏或瘠瘦土地裏的蘋果樹，結的菓子自然不會大。多。一顆長在肥沃土地裏的蘋果樹，一年至少有幾大簍收穫。現在的麥芽素，很明顯地給黴菌找到了一塊肥美的園地。

工作繼續着。來柏想找出黴菌的優良種。他的工作就同從前農業家尋求出產更多的黃荳或豌豆種完全相似。他很簡單地在培養碟內培養着黴菌集團。然後一個個地仔細觀察，看有無與衆不同之處，譬如說生長得特別迅速的菌團。

如果能找到一個圓形的集團，長成了壽桃形，實是求之而不得。因為在壽桃尖裏的黴菌，一定包含有比其他部份黴菌增殖得更快的種族。來柏理想中的希望即如此。

他發現有好幾百條菌絲，顯示比其他有較高的生長能力，他用白金絲把它們挑到一隻單獨培養碟內，讓其自行繁殖。

來柏又有了一個新理想。他想美國空軍能否幫助他收集世界上每一角落的泥土，加以分析。來柏的要求，在飛行員的耳朵裏簡直是一個大笑話，他們得有更重要的戰鬥任務擺在心上。可是

這一次，他們認為科學家的腦子裏總因為有極重要理由才發生這種不近人情的要求所以最好還是讓他的希望成為事實。飛行師從印度、中國、非洲、南美洲各機場上抓了一把泥土，帶回了送給來柏。

實在盤尼西林黴菌是屬於泥土黴菌。尋求一個合理種族的希望，自然比從前大得多。因為現在有了全世界每一角落裏的泥土加以分析，遲早總得發現正確的一種。

來柏研究各種不同泥土，發現大量種族微生物，着實像一個龐大的動物園。他選擇了一種又丟了那一種。黴菌培養了起來，它的盤尼西林含量受到試驗。整個工作是厭倦疲乏，盲目的搜尋。可是最後得到了酬報，非常豐厚的酬報。

莫也的玉蜀黍漿使盤尼西林增產十倍，來柏的新種又使之加倍。從前每立方公分兩單位的記錄，現在跳躍到四十單位，而更優良的新種，正在尋到途中。黴菌食料內加入乳糖，使產量格外有進步。

可是整個獵逐全球以追尋新種的工作雖算簡單難免走入歧途。如果來柏能老早曉得兩種

最好的盤尼西林種，根本不是遠在天邊，卻是近在眼前。其中一種，一直就屬於實驗室所收集的標本中，另外一種在市內小菜場一個西瓜上，被來柏尖銳的眼睛所發現。

這兩種新種都非常有趣味，尤其是這很早來到實驗室的第八三二號標本。也就是它，使一個極為重要的願望得以實現。

在工作開始時，大家都很明白，欲求盤尼西林生產的工業化，培養器具必須有合理的改良。如果仍用小型玻璃碟，玻璃瓶培養黴菌，工廠非拋擲大量金錢不可。所以盤尼西林必須在大鍾內提煉。換言之，黴菌一定要在培養液裏向下生長，而不是僅僅漂浮在液體上面。

編號 1249, B 21 的佛來明的原始菌種並不願意向液內深入，可是第八三二號新種極願向培養液下生長，於是門戶大開。

古希爾領導的實驗大攻勢，得到光明燦爛的結果，麥芽素，乳糖，優良菌種使生產量飛躍前進。從前黴菌只能生產每立方公分兩單位，現在則增加至兩百單位以上。盤尼西林已不再是實驗室所專有的珍寶奇貨。

相同的工作，受化學及製藥工業實驗室極端複雜化。他們盤尼西林工業化的準備試驗，解決了另一問題，就是發現一公升容量的培養瓶已不夠用，盤尼西林的生產，必須在容量五十噸或更大的桶內。他們研究的歷史，可以編成一本厚書。

第七章 對細菌作戰之勝利

盤尼西林是細菌的毀滅者，自從細菌被發現以後，科學家就一直在尋覓着他。

臨床試驗開始實行，雖然藥量細微，工作卻極爲緊張。當時有兩處進行盤尼西林工作，一爲紐約醫學院 (College of Physicians and Surgeons, New York)，一爲羅且斯德 (Rochester, Minn.) 之美約醫院 (Mayoclinic)。

自一九四〇年秋弗祿來發表其論文後，紐約立即開始工作，由陶生博士 (Dr. Martin Henry Dawson) 領導。合作者有生物化學家麥也博士 (Dr. Carl Meyer) 和一位年青細菌學家何貝博士 (Dr. Gladys Hobby)，當陶生開始工作時，弗祿來尙未能生產充分盤尼西林足以供治療病人的用，他的新藥，仍在試管和家兔時期。可是陶生並不灰心。他想或許可以試用治療心瓣炎——陶生的專科。

很少有患心瓣炎的能保留得住性命，細菌攻入了嬌嫩的心瓣，它精細的工作能力就此毀滅，血液循環發生障礙，再加上細菌作祟爲害，急性心瓣炎，死亡只不過時間問題，慢性心瓣炎，最多能再偷生幾年，一切治療，皆少效力。不曉得使用盤尼西林，那末……

陶生的實驗內，堆滿了長着綠黴的玻璃瓶，護士們每天得刷淨六七百隻玻璃瓶，耳朵聽滿了「盤尼西林。」

日以夜繼，麥也尋求着與秦因（Chain）博士同一問題的解答——如何從黴菌濾汁內提煉盤尼西林。

開始時期很明顯的在容量一公升大的瓶子裏提不出許多需要的盤尼西林，於是陶生找到一家對發酵作用有豐富經驗的化學工廠，要求每日培養黴菌二十公升。任務圓滿完成，不過工廠在紐約河的那一邊，而陶生的實驗室在河的這一邊，雙方的距離是一小時的汽車路程，第一批工廠定貨，乘着飛奔的汽車，可是運到時，毫無作用，盤尼西林殺菌的能力，好像孫悟空從瓶塞子的漏洞裏偷跑了。麥也將把濾試驗了，沒有辦法地把它傾倒在下水道裏。第二天，非常小心地送來了另

外一批麥也才能很仔細地提煉了一點稍多的盤尼西林。

陶生和何貝的工作，和英國方面循同一路線。先在玻璃試管然後再在生物體內試驗。一切進行頗爲順利，灰黃色的粉末，證實英國科學家之所言不誣。

從黴菌濾液內提煉盤尼西林是件吃力而費時的工作，費整個月光陰，才能得到足夠治療一個病人的劑量，一日，麥也報道藥量已足，陶生正好有個病人。差不多每個醫生，隨時都有患細菌型心瓣炎的病人光顧。這是位五十三歲的男子，正由肺炎復原途中，病狀頗佳，突然，細菌突破防禦陣線，散擴血液內而攻入心臟，這差不多是心瓣炎最普通的歷史，硫胺劑表示無能爲力，每立方公分血液中，含有六百五十枚肺炎球菌。

麥也經過數月辛苦工作積蓄的盤尼西林，滴入了病人血管內。在廿四小時之內，病人從昏迷狀態中清醒。知覺恢復正常，並且慶賀於最後瞬息間，自死亡手中得救出來，不久他就可復原——至少他自己相信着。

陶生吸出了一些病人的血液，何貝立刻拿到實驗室內用顯微鏡觀察，沒有一個肺炎菌可被

發見，盤尼西林已經清了血，掃除了一切致人死命的細菌，無疑地表示病人將要復原。

在另一方面，硫胺劑有着同一清血的功用，可是它阻止不住細菌埋伏在心瓣角落裏，一等到藥劑從血液中排洩而消失，則又捲土重來，增加到幾千萬，幾萬萬。

可慶幸的，這次並無相同情形，可是第三天，在血液內又發現肺炎菌，每立方公分二十枚，盤尼西林第二次又把它們肅清，第三次它們得留住了，因為盤尼西林已經用完，幾個月辛苦的工作，只不過使病人多活了幾天。

人們開始懷疑，許多第一批病人都犧牲了生命，雖然他們受着被人們相信是神藥的治療，到底盤尼西林真真是神藥嗎？

我們應該記清一件事，就是在開始試用盤尼西林時，人人都盡力設法越少消費藥劑越好。當時認為重劑的濃度，只不過百分之一的盤尼西林，以如此微弱藥量，竟能獲得這樣結果，以當今眼光來觀察往事，足令人驚訝不止。

陶生辛苦的工作，換來些冷酷的失敗，又有兩位心瓣炎的病人，雖經盤尼西林的治療都不幸

失去了生命。

可是一件事實人們所清晰認識的是盤尼西林能把細菌迅速從血液裏掃清這總算是黑暗中的一線光明。如果藥量充足，我們就可給病人以百倍陶生起首使用之劑量，危險的心瓣炎，未始不可治愈。

現在的情形，受着痛苦的教訓而施以改善，並且可能治療患其他疾病的病人。

一位出生十八日的嬰兒，染得重疾，才開始的生命，將被迫而趨向死亡，嬰兒在出生不久後，即隨母離院，當時小兒有着輕微的扁桃腺發炎和少數白色斑點，一切皆非嚴重，數日後，小兒重又入院，臉發青紫，黏液塞滿了嘴鼻，氣喘喘地爲生命而掙扎。葡萄球菌侵入了血液，症候判斷着是肺炎。當病人用氧氣呼吸罩以減輕兩肺工作時，盤尼西林也滴入了血內，瘦小發青的兩頰，漸漸恢復了正常色彩，細菌自血液中消失。

四位肺炎菌腦膜炎（註）都經治愈，十位肺炎，九位都復原，唯一的例外是位產婦，肺炎菌不但

（註）腦膜炎有兩種型式，一種是由腦膜炎球菌引起的，另一種是由肺炎菌引起的，這裏所言是後者。

侵入兩肺，並且散佈於血液和肺囊液內，得救的希望已經很少，盤尼西林宣告失敗，開始治療後三十小時，產婦因血液中毒而逝世。

是年五月五日，陶生於美國臨床研究協會演講其盤尼西林試驗之準備，當時他還未曾試用於病人，但他已在玻璃試管和老鼠身體裏觀察過足夠多次的新藥之神蹟，他結論說：「盤尼西林是新時代的醫藥，它有硫酸劑相等的效力，或更超過之，」斯時磺硫酸劑正是醫藥界之至寶，陶生出此斷語，出人意外。

他的斷語，引起一位青年醫生哈來爾（Herrell）的注意，開會完畢回去的時候，他帶了一點從陶生那裏得到的黴菌，同着海爾曼（Heilman），在美約醫院的實驗醫學所內，開始把它培養，重複着前人厭倦的古史，可是他們氣運亨通，當弗祿來行經柏屋里亞時，聽說美約醫院的人們對盤尼西林之興趣，並也聽說該院之完美，不禁有前往一觀之感，他在那裏停留數日，對哈來爾及海爾曼詳加指導，並贈盤尼西林五十公絲，（註）這小小禮品，體積頂多像一顆豌豆大，可是比黃金寶

（註）公絲（milligram）千分之一公分。

石都要貴重。

那時，哈來爾聽說有家製藥廠，對盤尼西林亦感興趣，於是他詢問該廠是否有意製造盤尼西林，以供其臨床試驗，廠家的答覆是樂於效勞。

第一批定貨送到，恰巧院內有位三十三歲的病人，正在死亡線上掙扎。

疾病症開始時不過一個小創口，生於鼻之右翼，突然顏臉發脹，眼簾紅腫，兩眼重不可張，鼻孔發炎而完全堵塞，另一鼻孔正在封閉途中，難於呼吸，所有鼻腔柔軟組織受葡萄球菌之攻擊，且有大量侵入血液，體溫超過四十度，前途悲觀，生命似無得救希望。

經大量硫酸劑注射後，情勢並未好轉，病像卻更加複雜。

病人已處於如此麻痺狀態，兩臂已難於尋得靜脈管以注射盤尼西林，經最後的努力，溶於生理食鹽水內之盤尼西林，以每分鐘二十滴之均勻速度，注入病人體內。

四小時後，哈來爾試驗了病人的血，在顯微鏡下，雖則還可以找到很少幾個細菌，但它們看起來已經無能為力。再過了十八小時，血內竟找不到一個細菌。

一天，兩天，三天過了，病人照例應該死了，可是他並沒有，相反地氣色好轉起來，溫度漸漸降低，並不像硫胺劑那樣把體溫一下子跌落，而是慢慢地穩定。由四十度而三十九度半，而三十九度，而……，尿液內的膿菌消失，病人開始復原。

兩天以後，病人可以睜開一隻眼睛，三天後睜開了第二隻，臉上的腫脹消失，這次並沒有重發，因為盤尼西林充分，並且還有大量準備在那裏。

這次偉大的成功，並沒有使他們心滿意足，許多其他的疾病，正等候着治療。

第二位病人是位四歲的小女孩，沒有一個人看見過睡在病榻上的她，能夠想像得到，只幾個禮拜以前，她還是個玲瓏可愛，活潑而有生氣的小娃兒。

當她玩耍的時候，無意地咬傷了面頰的內壁，葡萄球菌蜂湧地進入了創口。它們散佈在整個鼻腔，由次侵入了兩肺，波及血液裏邊。

病狀前途希望很少，因為從實驗室內報告，病人的白血球只有正常數字三分之一，照例細菌侵犯深入體內時，身體的國防軍——白血球的數目，總大為增加，如今反而減少起來，明顯地表示

看敵人的優勢和死亡的勝利。

哈來爾沉思着，相似的情形，從前盤尼西林表示過幾次有效，這新藥或許有更好的機會來顯示其威力。

三十六小時後，細菌從這小病人血液內肅清，九十六小時後，她已能開始微笑，可是治療繼續看，整整九天九夜才停止，盤尼西林又勝利了！

第八章 生產工業化之初階

從柏屋里亞 (Peoria) 和羅卽士特 (Rochester) 兩地歸去的途中，弗祿來在華盛頓停留了相當時日，準備和國家科學研究院 (Office of Scientific Research and Development 簡稱 OSRD) 醫科主任理查士 (Alfred Newton Richards) 博士會談，國家科學研究院的主要工作是在尋求一切科學難題的解決，只要問題有關於戰爭——當然這須耗費千萬的美金。當其他各科正在埋頭於原子炸彈，力量更大的爆炸藥，新的火箭等等新武器的時候，理查士和他的助手們亦在絞着腦汁，解決與戰爭有關醫學上一切問題。

理查士這一科正在尋求發明治瘧疾的新藥，新的方法治療血液中毒，新的方法治灼傷，神經傷害及其他類似的傷害。成百的新發明在研究中，他們必須迅速工作，不然千萬將士將要受到無謂的犧牲。

正當此時，弗祿來帶來了一個比任何其他都偉大的新發明。他要求 OSRD 能夠拿它豐富的財力和人才來幫助他完成大量生產盤尼西林的計畫。當然理查士可以找出，只要他願意的話，許許多多的理由來拒絕弗祿來的要求。尤其是他的高齡——那個時候，理查士已經六十六歲——除此而外，他已經負擔着超過平常人所能爲的工作，同時他必須經常地從華盛頓——費爾達爾非亞——紐約來回的奔波。如果能安眠五小時以替代老年人應有的九小時，他已感到夠幸福的了。

但是這樣的問題，他並沒有放鬆，理查士自己是研究家。他做過 Pennsylvania 大學的藥理教授。他做過無數腎臟的研究。多少年他觀察着這一對生理上最重要的器官，如何工作着，如何從血液裏排泄出無用的廢物——尿液。他發明了一種佳妙的方法，從這極爲精微的腎臟組織內直接吸取尿液，來分析其內含質量。

在理查士簡單的住宅裏，兩個人互相交換着意見，好像一位慈老的父親，理查士應諾了弗祿來的要求，最後兩人得到一致的答案，同時也是弗祿來所強調的建議——就是所有盤尼西林的

工作，必須有系統和精密的組織。

盤尼西林需要成百，成千個病人的實際試驗。好像從前那個小女孩的軟顎炎，一個英國警察得了血液中毒，再如那位害心瓣炎的病人——幾個單獨治療的實驗，是無論如何不夠的。

要想使這神藥問世，至少發明家和研究家應該告訴一般醫士們盤尼西林的藥性，它能治多少病，許多不同的病，要用多少不同的藥量，許多不同的病，又有許多不同用藥的方法，內服呢還是注射，或許外敷？然後一步一步地搜集更多的經驗，使盤尼西林能普遍地應用在一般治療上。我們可能幻想着，在世界上一個偏僻的角落裏，有一位先生正讀着弗祿來的論文，他馬上感覺到希望和同情。可是他不會十分快樂，如果葡萄球菌進入了他孩子的血液裏，或者大量的鏈狀球菌侵入了他正在生產的夫人的血管裏，慘劇在威脅着他的幸福，他希望，唯一的希望，他的醫生有盤尼西林。當然這時候，他的醫生一定要曉得它的用法。同樣的情形，成千的，或者成萬的將士們可以活着歸來，只要盤尼西林沒有問題。

可是這樣大規模的臨牀試驗，救衆生的工作是無實地進行的可能，假如盤尼西林不能生產

到一個實實在在大的數量，理查士的地位，在這種情勢之下，當然不會受多少人恭維的，所以弗祿來希望能有幾位實業家，拿出幾百萬美金來建築一所盤尼西林藥廠。

問題又發生了。假如這一筆鉅款籌不齊，假使這嬌嫩的黴菌住不慣在工廠裏，假如這時候，有一位化學家發明了另一個方法來人造盤尼西林，這一筆數百萬元美金，用來造盤尼西林工廠的資本，又將如何處置，這就好像在北冰洋海邊開造冰廠，又好像在非洲赤道上開一家製造火爐工廠一樣地勞而無功，但是理查士明白，他無論如何，要碰一次運氣。

他曉得他是躲不開的，造廠計畫必須實現，假如不能實現，這就明明白白的說，千萬條生命，也將隨同消逝。

自弗祿來回轉以後，理查士就開始寫了許多信，他請了幾個製藥和機械工廠來會議，第一次會議在紐約，第二次在華盛頓，四個廠家派了代表。

像這樣富有歷史性的會議，新聞電影攝影員，報館裏的記者們，應該如潮湧入，至少他們應該有對遊園時節的白宮，或者聖路易動物園裏兩隻正在打架的猴子相等的注意力來觀察這個會

議，況且正當着盤尼西林有消滅世界上極大危機的時機，乃反而視同無覩，漠不關心，誠出人意料之外。

當時與會諸人都認爲盤尼西林是偉大的醫藥，但也不可致信的昂貴，這當然不會是塊大肥肉，更不是生意經，雖則如此，理查士不顧一切困難，推着實業家們開始動手，他想利用他們技術的天才，來壓低盤尼西林價格，使此藥劑人人得而用之，使工廠們擴充爲更大的，使盤尼西林的生產格外增多，理查士的會議創造了歷史，實業家們一致決定，造廠工作應該做到，一定要做到。

所有參與盤尼西林生產之各廠家，得到一切購料的優先權；以及許多其他的便利，不然只有兵工廠才能獨享的權利，理查士以全副精神，計畫進程，急切等待着它的完成，當時人造橡皮工業創立之神速，足爲模範，盤尼西林工廠之完成，有關於千萬生命，應更加迅速，參會各廠家，莫不皆有同感。

惟此鉅工，不能與人造橡皮工廠之創立同日而語。開始時，即最細微之枝節，皆已明晰，並有數百冊有關人造橡皮之書籍以及專門論文，至於有關盤尼西林的文件，還塞不滿一隻口袋。

我們應該記住，這時莫也 (Moyer) 和古希爾 (Coghill) 尚未到達他們驚人的研究結果，盤尼西林黴菌只分泌類所尋求的極細微藥量。

參加會議諸廠家，都竭盡所力，解決生產問題，他們準備所有一切，來孤注一擲，成功了，受傷的將士們有了救藥，失敗了，多蝕幾百萬，另外想法去撈本。

很明顯的，在戰場上工作的軍醫，尚不能使用新藥，換言之，只有受過測驗合格的普通醫生，才能擔任這項任務，因為在非軍事醫院內，醫士可以追隨病人的病史，自最初症候一直到最後的發展，詳細記錄盤尼西林劑量與使用之特殊情勢。

此時最適於公開負一切盤尼西林臨牀試驗責任的唯一機關就是國家研究院之化學治療醫用藥劑科，當時由約翰士霍普金斯 (Johns Hopkins) 醫院之郎格 (Perrin Long) 博士任主任，郎格任職未及數月，因調任軍職，而由波士頓伊文紀念醫院 (Evans Memorial Hospital) 院長凱佛 (Chester Keefor) 繼任。

凱佛生於亞爾東那 (Altoona, Penn.)，求學於約翰士霍普金斯大學，復服務於中國北平

協和醫院，回國任教於哈佛、波士頓各大學，當他任伊文紀念醫院院長時，特別對化學殺菌藥劑，如硫磺劑、梯洛得里清（Thyrothricine）、格拉米其丁（Grammidicine）（見第四章）等感覺興趣，他雖四十餘歲，但在醫學界上早負盛名，所以他是擔任盤尼西林工作的最理想人物。

他分配着從製造工廠經過 OSERD 到他手裏的每一滴盤尼西林，他必須決定在那一種情形，才能用盤尼西林治療，那一種情形則否。經多次臨牀試驗，發現一種病型，盤尼西林表現神效，經繼續治療，完全痊癒，於是試驗推廣至其他疾病。當時他收到各方面如潮湧至求治的電話與電報，甚至利用政治壓力，要求治療。

盤尼西林表示對數種病疾有特效，在屋哈馬有一小兒正纏着其中一種重疾而垂死待斃，只有盤尼西林才能有治好的希望，這小兒就這樣等着死嗎？

凱佛的菩薩心腸使得他的處境，倍加困難。當他每次必須回答「不」的時候，心裏感覺着不安和罪過，他這時實在沒有比其他更好的回答。

郵車送來了成袋的禱告信，終日不絕的電話與電報，實有裝置電話換線機以及收報打字機

之必要。辦公室工作人員增至十人之多。

凱佛僅派送盤尼西林至少數急切需用地點，即治療專門疾病，或可能詳細記錄病程，因此而得到寶貴經驗，以供軍醫人員參考。

凱佛尚須克服許多困難和障礙。僅有着少量盤尼西林，須尋求解答千百詢問之可能性，又須被迫顧念千萬受傷將士，惟有此新藥才能救治，屋哈馬病兒惟有割愛，他得冷酷，嚴厲，忘卻自己是個「人」，丟開一切感情作用。

凱佛和他這一科，選擇了全美國最有名的醫生，來實行臨牀試驗工作。如清其那梯（Cincinnati）之亞爾得美亞（Altemeier），三藩市之勃隆菲爾德（Bloomfield），紐約之陶生（Dawson），德多特（Detroit）之雪西菲爾德（Hirshfield），紐約州之馬洪奈（Mahoney），密支根之麥克康（McKhan）等等。

當其中任一醫生，發現認為有價值之病症，立即利用電報和凱佛取獲連絡，如果盤尼西林够用，馬上派遣飛機人送往使用，藥包標明：「盤尼西林，火速。」

不來克博士(Dr. Francis G. Blake)首先報告凱佛要求使用盤尼西林者，那是位婦人，染着產褥熱，鏈狀球菌侵入了體內，磺胺劑毫無作用，情勢表示高度中毒，青春少婦正當一生黃金時代，現在眼看着走向死亡，不來克認爲有試用盤尼西林之必要。

弗祿來之褐色粉末現已淨化，僅帶着些微黃色，將來盤尼西林，經純粹提煉後，是潔白無色。不來克的治療開始，病人得到連續注射，血液中盤尼西林濃度逐漸增高。治療進步極速，數星期後，病人完全復原，帶着她的嬰兒，出院回家。

試驗繼續着，人們必須收集着更多有關盤尼西林之工作經驗，這件事業，已由凱佛完成。

第九章 探照燈下之夜工

盤尼西林的歷史，好像一軸馬戲團的壓台戲，統統一次演出。當凱佛一方面在收集臨牀試驗經驗時，另一方面又須不斷地催促承製盤尼西林各廠家。在比屋里亞，古希爾及其同人開着快車，整個實驗室二十五位受過高等科學教育的助理，工作着盤尼西林。弗祿來此時正在非洲救治傷兵，而佛來明重又恢復其丟手已久之研究。另一科學試驗計畫正在戰時生產局（War Production Board 簡稱 W.P.B.）領導下着手進行，五個大學實驗室受其直接指揮。

盤尼西林現在已成爲世界上最爲人熟知之英國字。在受戰爭、肌餓和疾病所支離破碎的地球上，這字給予人類以希望。世界上每一角落裏，爲他響亮的聲音所吸引，報紙上接連不斷地登載着公式狀的大字標題，盤尼西林治了這病又治好了那病。

當時仍舊還談不到有盤尼西林，一切艱鉅的工作和聰明的科學頭腦都集中在本問題之解

決。至此時爲止，全世界只製出半個公斤盤尼西林，可是美國已經準備在這非常脆弱的臨牀基礎上，樹立一門鉅大工業。

普通一個工廠開始時，往往老闆總得在他不很偉大的基業上投下幾十萬資本。如果弄得不壞，他才把工廠逐漸加以擴充，使其進入大量生產的階段。遵循可靠的途徑，安靜而遲緩前進。至於盤尼西林，因爲另外一種性質的問題，不能怎樣進行。

一切有關大量生產盤尼西林的過渡準備已全部完成。過渡工作於一九四三年五月間實行，由組織龐大的戰事生產局接手擔任盤尼西林之製造。許多工廠已經工作多月，結束了試驗時期。很少的一點產品全部送到波士頓那裏，無數寶貴的經驗亦被收集起來。於是大量生產正式開工。這幾家工廠極願幫助其他後起加入各廠，使他們跳越試驗時期，直接參加盤尼西林的工業化生產。

盤尼西林的製造就跟汽車完全相似。設計股化費了成年的光陰試驗新型汽車，當第一輛漂亮的新車從廠房開出來時，它代表幾百萬元的製造費用。頭一公斤的盤尼西林也是一樣。此後繼

續製造，生產速度逐漸增加，價值也越變越低。

關於生產工作由戰時生產局醫藥製造專員史篤克 (Fred J. Stock) 負責。他和他的共同工作人員從前曾經增高三倍硫胺劑的生產量。此後又使幾等於零的亞特潑靈 (atobrin, 奎寧之代用品) 的產量增加到同樣地步，美國軍醫當局有充分治療及防止一千餘萬大軍受瘧疾攻擊之工具。

大部份事業卻在區別民間幫忙協助之。有無價值。千百萬羣衆受盤尼西林之吸引，志願參加一部份製造工作。有一位農夫在暖房裏種滿了霉毛，另一位送來了許多長滿青苔的石塊，他認為這些綠色植物看起來和盤尼西林黴菌似乎沒有兩樣。還有的試驗以簡陋裝備提煉盤尼西林，其勞而無功，跟赤手空拳者製造四引擎轟炸機一般。

史篤克的任務一方面婉拒不歡迎的幫忙，另一方面則在其中選擇可資利用之人才，以備將來驅使。

但在當時幾乎缺乏一切建立盤尼西林工廠應用之建築材料。如不銹鋼鍋、管、離心器、真空抽

氣機、冷凝器等等，但問題立刻解決，盤尼西林工廠得到在製造軍艦相同之最速購貨優先權。

陸軍軍需署派人到各處機械廠去催促應用器具之製造。三個禮拜才能造成者，縮短至一星期造齊。造成後立即用運輸機送到盤尼西林工廠。有時許多工廠僅由數隻樹立於露天場，一如龐大汽油庫之黴菌培養桶組成，工程師一面還在設計，一面已經把蓋頂搭了起來，人們不管日夜風雨，不斷地工作。天黑了架起探照燈來動手。到處工人存了一個念頭：『造盤尼西林猶如救命一般，我們得加快！』

起初，史篤克有四種不同的生產方法供人們選擇。黴菌可以依照弗祿來的方法在瓶子裏培養，除此以外，黴菌可垂直下沉生長於大桶培養液內，於是就要用到柏屋里亞的新種。第三種方法就是讓黴菌孢子混合於培養液，慢慢地從刨花或砂礫中流過，黴菌開始在石子或刨花上生長，流出來的液體就可使盤尼西林開始提煉。最後一個方法是讓黴菌在旋轉大鼓中之潮濕麥殼上生長。

史篤克對瓶植法特別注意，因為人們對此種方法已經有了非常豐富的經驗，大家都明白

應當如何做。失敗的機會，自然比其他三種辦法少得多。此外幾百萬隻牛奶瓶和特別製造的洗瓶機器都已應手。所以第一批建立的工廠，都在此原則下動工。

同時，在柏屋里亞和許多其他工廠實驗室中，研究改善下沈培養，使之成爲一種較其他格外經濟而多產的方法。如果試驗成功，工廠主人們立刻改用此法。研究工作耗費了大量金錢，但浪費幾塊錢總比較浪費人命來得值得。

生產工作突飛速猛進。最後的目標是每日生產量三千萬萬單位，立時足夠維持五十萬人一個月治療的用途，當然這麼多的病人絕對不會有，可是我們應該記住，美國事實上須負責生產全世界至少百分之九十五的盤尼西林。再者盤尼西林新的用途，隨時在增加中。

當時盤尼西林工廠，差不多消費了全美國的乳糖生產，作爲黴菌的培養汁素，於是政府決定，乳糖的生產只拿來製造盤尼西林。新的工廠需要真空抽氣機，立刻就送到，不管製鎂廠也急於需要此種用具。

盤尼西林各廠，拋擲了不少金錢，一家用了七十五萬，一家三百萬。另一家一百萬總共的數目

達兩千五百萬。但是化的都是自己本錢。

我們得記住，在普通情形下一個實驗室的發明，至少須要經過七年，才能達到正式工廠製造時期。盤尼西林只化了幾個月。譬如一家鋁鍋製造廠的出品已經不很時髦，人們對此絕對不會十分計較。可是，盤尼西林如果不能依照計畫完成，無異把人命來犧牲。

史篤克計畫了一張極端樂觀的時間表。當廠家不能如期交貨時，平常極其和氣的史先主，便變成了催錢糧的如虎的衙役，詰問這般人為什麼不把事情好好幹，他們解釋了許多正當和極易了解的理由，人人都能明白，就是史篤克一人不能了解他們的苦衷。有一種黴菌經長時期地培養，已經變弱不能再分泌盤尼西林，可是史先生反駁說，為什麼另一家工廠用了相同的黴菌也完成了任務？有的訴苦說培養料受了污染，得到的回答是史篤克暴跳如雷氣的痛斥。

事實上史篤克並不像他所說的那樣嚴厲。自然沒有一個廠家願意受任何人，尤其是一個公務員的指摘。可是我們現在回過頭來看，我們應該感謝史篤克，他實在做了了不起的工作。盤尼西林生產數字，就是很明顯的鐵證。

在戰時生產局接管統制以前五個月美製盤尼西林的總產量是四萬萬單位大約可以夠治四十位患細菌型心瓣炎的病人。接收後，單說六月份的產量，就同五個月的總和相等。七月份已增加一倍，八萬萬單位。一九四三年十一月份已達五十萬萬單位。可是數字還在不斷地上昇。一九四四年四月份產量為七百五十萬萬，七月份一千三百萬萬單位，年底已達三千萬萬單位之多。

現在讓我們參觀一家比較大的盤尼西林工廠。該處用瓶植法，用大桶培養黴菌。廠基在數月以前還是一塊泥濘地，經過迅速的填土工作開始建築廠房，敷管工人與機械士在屋內之一端敷設機械，而在另一端則糊裱匠粉刷着牆壁。

包裝部內有許多特別裝置。室內須比外科手術室尤為清潔，換言之四壁必須完全由玻璃製成，如此易以消毒藥水洗刷。全屋配置紫外光燈殺滅室中游蕩之細菌。再者內流空氣受到完整之過濾和絕對消毒。

我們現在看一看那許多肉眼不見的黴菌孢子，就是那末一顆飛進了佛來明的實驗室，引起了這偉大工業的成立。

製造的開始在將黴菌用白金絲移植於裝盛培養汁素之玻璃瓶中。黴菌開始繁殖，以近乎爆烈的速度生長。於是轉移於大桶中，使能加速成長。最後則傾倒於垂直建築之裝甲庫內發酵。該廠共有十座容量四萬五千公升之裝甲庫。

在培養庫中，黴菌生長於含乳糖、麥芽素及其他物質之牛乳狀湯汁中。當黴菌向培養液內下沉生長時，需氧氣供給，故不斷吹入消毒之均勻氣流。

在庫中黴菌停留數日夜以分泌盤尼西林，此後則將黴菌與營養液互相隔絕，有的工廠使用過濾法將霉毛分開，有的將用離心器。

培養庫較火車裏汽油廂還大，可是在這樣大的培養庫中，盤尼西林含量，還不滿一握，要提出這一點寶貴的藥量，乃是化學工程師的任務。

第一步在濾液中加入活性碳，活性碳就如吸鐵石一樣，把百分之九十以上之盤尼西林加以吸收。然後再用有機化學溶液將碳中含有物溶出，這樣地經過了許多複雜化學步驟，才能得到純粹的盤尼西林溶液。最後四萬五千公升的濾液只縮成五十公升左右的黃顏色的液體。

黃色液體被運到包裝室內。室中人員須極度細心工作，跟外科醫生將動手術時一般。兩手須以強烈皂液洗滌，頭戴白帽，身穿白衣，臉罩防毒口罩及深色眼鏡，以防強烈殺菌紫外光之刺激。室內氣壓高於正常，如此則過濾之空氣以高壓外流，而阻止外界不潔空氣得以衝入。此間首步工作在將盤尼西林溶液裝入容量二十西西（約重二十公分之濾液）之玻璃小瓶中，使液體蒸發而成爲固體粉末。如果不立刻將盤尼西林製成粉末，則其藥性在溶液中很快地失去。但又因盤尼西林對於溫度感覺非常靈敏，蒸發就不能像煮開水一樣地簡單，把水份蒸掉，所以必須保持在低溫狀態下。

每一千二百隻小瓶裝成一盤，然後安置在真空室內。經空氣的稀薄，使低溫溶液內水份蒸發，剩留於瓶中者即乾燥之盤尼西林，每隻含量爲十萬單位，用橡皮塞和鉛皮嚴密封固。

每次製出的盤尼西林，在出廠以前，都加以試驗。最重要之工作在確定殺菌力，換言之即測驗每一西西的單位數量。其次檢查盤尼西林是否受異物所污染。雖然盤尼西林可以殺滅一大批細菌，但還是有無能爲力的地方。如果在藥物中混雜有此種細菌，被治療的病人，非死不可。爲了避免

危險，小鼠中毒試驗，實有實施之必要。

再次用家兔試驗藥中是否含有增高體溫之體質（pyrogena），非常少量的蛋白質或金屬鹽注入了人類血內，立刻就引起強烈的體溫增高。如果盤尼西林在試驗時使家兔體溫顯著地增加，藥劑必須重加淨化。

這就是所有盤尼西林工廠概略的一些景象。

大量生產不但須滿足各方需要，更得壓低價格。在第一批售於軍醫當局的成貨，大約每十萬單位價值二十美元，以此價格計算，欲治愈一位細菌型心瓣炎須花費二千美元。於一九四五年初，每十萬單位的價格已減低到九角五分。換言之欲治一次淋病只要花五角七分，五塊大洋一次血液中毒，現在則價格日益跌落。

製造方法之改善，又使質量變精。弗祿來原始方法製成之盤尼西林，每重一公絲僅與二十單位之藥力相當。工業化製成者每公絲含三百單位，此後增加至五百而一千單位。絕對純粹之盤尼西林，一種白色粉狀結晶，每一公絲含一千六百六十六單位之多。

此後藥物日益純潔，於是一切副作用亦全消失。以前病人往往對注射地點周圍之疼痛訴苦，應經證實引起疼痛之原因為藥物內含有不潔物質。如今絕對純粹之盤尼西林幾乎絲毫不引起疼痛，且此種高度淨化又使盤尼西林性質穩定。從前盤尼西林於數日之內即消失其作用，現在藥性可以在一年內保持不變。

於一九四四年七八月間軍醫需要全部滿足，於是生產可以普遍於一般民用。當然當時非任何人都能購買這寶貴黃色粉末來塗在割破的手指上，可是足敷用於治療一切醫生認為相當嚴重之病症。

一九四四年五月間全美國共有一千所盤尼西林倉庫，六月間則又增多一千所，此後數字日益增加。戰爭結束後，盤尼西林之售出已無庸醫生之藥方而自由買賣矣。

第十章 普救衆生

當生產工作積極進行中，凱佛之研究組卻在著作一冊盤尼西林用途之指導書籍。在工作開始時，凱佛差不多統制了全世界的盤尼西林，然後由他分配，何人應得使用盤尼西林。凱佛分配之原則在於一種特殊病情，如受盤尼西林之治療後，可以供給軍醫人員以寶貴經驗者，皆得供給新藥。

破傷風在一般人耳朵裏很少聽說過，向來未曾發生過任何嚴重問題。有許多人根本不曉得這三個字是什麼意思。頂多在翻車和其他不幸事件後，可能有一兩次破傷風發生，再多就不會有了。所以凱佛對之特加注意。

一日，有人自加利福利亞打電話給他，要求救治。一位年方七歲的小姑娘，從晒台上跌下，折斷脛骨。手臂經過包紮，由折骨所引起之破口，受蘇爾芳梯亞促爾之塗敷，一切似乎已恢復常態。不意

三日後手掌發生變色，整個手臂發生變色，整個手臂開始浮腫。經愛克斯光之檢查，發現於肌肉四周集積氣泡，診斷是破傷風。

醫生用了抗毒素，硫胺劑，強烈愛克斯光線以及外科手術將毒素自臂中排出，皆無結果，死亡似乎把握着絕對勝利。惟一的救星，即將手臂割去。

手臂已被割去，可是氣泡泡兒繼續從割口向上發展。病菌已攻入肌肉組織本身，情勢極端嚴重，小女孩的生氣日益低落，全身發着高溫。

凱佛用飛機送來的盤尼西林，於當日午夜抵達。大概化了幾分鐘的光陰，從飛機場運到醫院。玻璃鐘，橡皮管以及針頭老早已經準備好了，一等盤尼西林到手，立刻就注入病人血液內。三日三夜緊張地將盤尼西林滴入靜脈管中，神效竟然發生，病兒恢復健康。

照例只有此類性質嚴重，經其他藥物治療無效，灰心絕望的病人，才去找凱佛和他的二十三位共同工作人員的賜恩。最大的原因，就是當時他們所得到的盤尼西林，實在不能滿足各方需要。但以第一批受凱佛治療五百位病人的結果而言，可謂驚人良好的成績。

在二百廿八位葡萄球菌血液中毒之病人中，僅死去四十五位。若以當時使用藥量的微少而觀察，此數字實微乎其微。再者血液中毒向為死症，無其他藥品所能為力。

五位腦膜炎中僅死去一人。十位葡萄球菌皮膚感染症及其所屬之血液污染症全部恢復常態。

淋病之治愈數字，恐為最重要者。淋病在軍隊中向來是傷腦經的疾病。一位害淋病的飛行師，就地在地上療養，天天吞服或注射硫胺劑。他的身體反應就受藥力作用而遲鈍，因此不能再在空中活動。易言之，淋病減弱了空軍的作戰能力。就此簡單軍事理由，已經決定將盤尼西林試用於淋病。一百廿九人受治療，全部恢復健康，且大半竟於二十四小時之內即痊愈。至於詳細枝節，將於第十一章中論及之。

盤尼西林又顯示對肺炎菌，腦膜炎菌，葡萄及鏈狀球菌所引起之傳染病有特殊效力。此外對下疳，白濁，燙傷，流膿型皮膚炎（impetigo）有絕對把握。它能很快治好了五分之四以往必死之顏臉骨炎症，此外又對眼傷，胸腔各症顯示有特殊效力。

大致看來，盤尼西林是對付葡萄，鏈狀球菌，肺炎菌，破傷風桿菌及淋菌等極有力量的武器，但對瘡疾，肺結核，傷寒及么微菌（*PTIBS*）所引起之疾病，如小兒中風，黃熱病，重傷風及普通傷風諸症並無效力。

盤尼西林可以用於不能使用硫胺劑之狀況下治療各症。如腎臟受傷及貧血症時，硫胺劑只有使症況加厲。再者盤尼西林又可給予對硫胺劑感覺過敏的病人。就此又可斷定是項藥物無任何副作用。除此以外，病人可以接受百倍於所需之藥量而無須恐懼有中毒危險。

盤尼西林又對葡萄球菌所引起之肺炎有極大效力。在普通的——由肺炎菌所引起之——肺炎，硫胺劑多少還有點用處。但在上述情形下，就毫無效力。一羣四十六位肺炎病人，其中十四人已進入細菌入血症時期，經盤尼西林之治療，僅死去三人。治療骨組織炎時，百分之八十恢復健康。此外對中耳炎亦有相當大的效力。

統計的結果，五百病人中僅死去九十四人。以當時眼光看來，這是非常圓滿的數字。如果以後使用更爲純潔和充分的劑量，而又能於較早時期加以治療，則成績將更爲可觀。

在第七章內曾經提到，盤尼西林在開始時對細菌型心瓣炎（或內心膜炎）並未發生有何作用。醫生們自然不願說疾病是百分之百的死症，總有一兩位病人，雖受細菌之攻擊心臟，還能恢復健康。所以一個絕對可靠的死亡率是百分之九一七。

硫胺劑在這裏一點用處也沒有。以一般醫藥界的判斷，硫胺劑未曾將患心瓣炎病人之情況有任何改變，因是恢復健之百分率幾等於零。

疾病之初期與中期，病人並不感有何不適。當然有時覺得疲倦，此後則疲倦逐漸增加，即對極輕易之工作，亦感困苦，體重減少，體溫亦低於常人。雖然相同的症候可於其他十多種疾病發現，但於血液檢查時，總有細菌的蹤跡。細菌起初立足於心臟內，然後散佈於整個循環系統內。

心瓣受細菌攻擊後，細柔光滑的外形，變成了不規則的皺疊。上面長着菜花狀的小頭，有時從心瓣脫落而進入血液。當它們流到較小血管內時，就把血管堵塞起來。如果堵塞了股動脈，整個下肢就麻木不仁，流到了手指血脈時，手指就浮腫起來。塞住了腦動脈，便發生中風。如果病人不因此而死去，心臟到最後也因心瓣被毀而不能運動。像這樣的過程，普通約費時十二個月或不到一年。

此病最爲顯著之現象，即病人永久不放棄其樂觀心理。即自知病狀嚴重，總以爲他可能在某種情況下重新恢復其健康。就當病已垂危之時，亦從不絕望。他相信在最後時機，仍能主宰其患病已久之心臟。

陶生與其助手指出許多樂觀之結果。即使於最後瞬間，病人之禍患尙可解救。盤尼西林顯示有強大肅清血中細菌之能力。但對侵入心臟組織內之細菌，似乎力量頗小，細菌們隱藏該處，一待血液內盤尼西林被排泄而消失後，立刻又開始四出作祟。

凱佛研究結果亦復相同。經他手治療的五百人中，不治者大部份就患着此種心臟病。被治療之五十五人中於十二個月內死去五十二人。

其中原因大概是由於盤尼西林的不充分，但在一九四二年十月間，陶生收集了充分的盤尼西林來治療一位年青女太太。盤尼西林很快地解決了血中細菌，可是陶生並不滿足。每隔三小時一次的注射又繼續了二十天。雖經接連的注射，她對這痛苦並不抱怨，她明白這是惟一的救星。

這一次盤尼西林沒有令人失望。照例講細菌應該在治療終了後又捲土重來。可是相同情形

並未發生。年青太太至今還活着，健康而明晰地了解，是誰她應該感謝救命大恩。

當陶生使用大劑量盤尼西林治療病人時，有許多其他醫學家研究着其他方法。主持研究工作者有紐約猶太醫院的羅夫(Leo Loewe)，羅生不拉特(Philip Rosenblatt)，格林(Harry J. Greene)及羅色爾(Mortimer Russell)等諸人。他們在很早以前就在尋找一種醫藥可以對付家兔之細菌型心瓣炎。最後他們得到一個很重要的結果。雖然沒有找到任何有特殊效力的醫藥，但是他們發現，海巴林(Heparin)可使治療工作大加改善。

海巴林為自肝臟中提出之一種精汁，能阻止血液之凝結。換句話說，可以阻止血液淤塞，所以在實施外科手術而有血液淤塞的危險時，往往使用海巴林。但如果使用過多，血液就被稀薄而發生內臟出血之現象。

海巴林雖然不能完完全全地把心瓣上的血餅化掉，可是多少還有些作用。此外它並不能在組織柔弱的腦髓中阻止血液淤塞。所以羅夫認為混合使用盤尼西林和海巴林實是一個極妙的理想。一方面海巴林把血餅外部剖開，將隱藏於疾病組織以下的細菌暴露，而另一方面，盤尼西林

就乘此機會把牠們掃蕩殲滅。

照這樣說來，或許可能成功。當論及細菌型心瓣炎時，一切可能性都得加以試驗。人們知道得很清楚，若抱着無爲主義，其結局將如何地必不堪設想。在以理論而言，海巴林及盤尼西林之混合治療似頗有希望，但理論與事實，往往相差到不可以道里計。

第一位病人於是受到試驗。受試者爲一位七齡女孩。

在入院以前十星期，女孩還非常活潑而健康。突然地她感覺輕微的耳痛，寒熱與高溫相隨發生。十星期內，體重減輕七公斤之多。入院時體溫竟超過攝氏表四十度。羅夫馬上看出這是什麼病。實驗室的檢查，證實了他的判斷，血液中佈滿了肺炎菌，且病菌又攻擊了他的心臟。

十二晝夜，病孩得到大量的蘇爾芳弟亞清 (sulfadiazin，硫胺劑之一種) 醫治。但此劑不能把血中細菌肅清。唯一可能應用之醫藥，竟得令人失望之結果。

病兒於是得到海巴林的皮下注射，藥液自此逐漸進入血液中。此外又在臂靜脈內，慢慢地滴入了三晝夜的盤尼西林。此時細菌已於血液中絕跡，但女孩卻對插入靜脈管內之針頭，發生極度

不安。故將其取出而改用了肌肉注射法，注射了十二晝夜的盤尼西林，體溫已漸恢復正常。在使用海巴林——盤尼西林混和治療後一個月，病孩已離院歸家。如在一年中，血液中未表示有任何細菌存在地現象，則可以結論病人已完全恢復健康。現在這一年已經過去了好久了。

羅夫與其工作人員繼續試驗。治療技術一次比一次改善，現在採用每隔三小時一次的地三晝夜盤尼西林的肌肉注射。同時實驗室內亦不斷工作，以決定引起此種疾病之細菌，對盤尼西林之感覺性。以此作為根據，便可規定使用之劑量。可是此種盤尼西林劑量變動得很大，有時細菌對藥力感覺非常靈敏，所以每晝夜四萬單位已經夠用，有時劑量卻須提高至一百萬單位。

當這些計算準備好時，開始用海巴林的皮下注射，每三日一次。

當海巴林開始發生作用時，盤尼西林亦滴入臂靜脈或肘靜脈。時間延長自二星期至五星期，實為一極為昂貴之治療。此外尚須醫生，看護婦，實驗室人員地不斷照料與檢查。病人則對不時受注射器針頭之刺入，頻發怨聲。且對站立床旁之玻璃鐘及橡皮管發生警戒與恐懼之心，但無論如何，總比等死強得多了。

滿意的結果正在增加。第一批五十四位病人中，四十位完全將攻擊心臟之細菌肅清。從前死亡率達到百分之九十七的惡症，現在竟被治愈了百分之七十五。這實是一個飛躍的數字。

盤尼西林自然不能將已經破壞的心瓣重新恢復原有之工作能力。猶如被割去之手臂，不能重生。但盤尼西林有絕對的把握，將心臟內隱藏之細菌肅清。至目前為止，細菌型心瓣炎之死亡機會，完全依據於疾病被發現時所值的時期。如發現相當早，盤尼西林可以順利施以解決。如果已處於末期，心瓣破壞過劇，那就愛莫能助矣！

至於其他疾病，如表皮細菌侵染——皮膚、眼睛及創口等處，盤尼西林表現有極速殺菌能力。它和硫胺劑不同的地方，就是它的作用能力，不受超量細菌之阻礙。微量的硫胺劑遇到優勢的細菌時，就放棄戰鬥。盤尼西林則不管敵人有多少，從不退却。經後來的證實，盤尼西林在膿中仍然發揮其威力。至於硫胺劑遇有創口膿液時，早已消失其作用矣。

盤尼西林又表示對身體組織絕無妨害。所以可以使用於任何部份。它可以注入胸腔內以清除該處之膿集積，它可以洗漱口腔避免發炎，亦可洗漱或將粉狀盤尼西林自鼻孔吹入鼻腔以清

除那裏的發炎等。

盤尼西林完成了醫藥史上最偉大的任務。它是對付腦膜炎及血液中毒最可靠之武器，百分之百地治愈淋病，且為治療細菌型心臟病最理想之醫藥。這許多事實，使盤尼西林獲得了自人類開始和細菌戰鬥以來，從未獲到的偉大勝利。

第十一章 梅毒

要想明瞭新發明醫藥的效力，最簡單的方法就是從這一種疾病試驗到另一種，最先輪到試用盤尼西林者，無疑地爲梅毒。梅毒自新大陸傳佈全，世界以後，四百年之內不知毀滅了多少生命。同時科學家們也在尋找着一種武器來應付這可怕的禍害。

愛亞利西 (Paul Ehrlich) 自信他已經找到了對付梅毒的武器，他意志不變地試驗了六百〇五種砷（砒）化物，最後才發明這著名的六〇六。他想只要一次相當重的藥量，就能把梅毒螺旋菌完全殺滅，可是有時六〇六不但殺死了病菌，同時也結果了病人。

六〇六雖然有着強烈傷害身體的毒性，但是醫生們始終還用它來治療梅毒，因爲除此以外再也找不出更好的醫藥。人們設法改善治療的方法，從前所用一次大劑量，改爲許多好幾天一次的較小劑量，交換使用銻和六〇六，經一年半至兩年的長期治療，病人可以恢復健康。

醫生們又發現了許多新經驗。如用靜脈注射，人體可以忍耐受大量砷化物溶液。所謂「五日治療」病人受注射到十公升砷溶液。除此以外，人們又發現了一種新理想，人工發燒（artificial fever）是也。

所有這些方法，都有極佳結果，成萬病人受到治療而復原。可是醫生們並不滿足，還是想着尋找更好的醫藥。因為砷始終是有強烈毒性的物質，並且在身體裏不是完全無害有益，有許多醫院使用重藥劑治療的，至少有百分之五死亡率。還有許多肝臟受傷，有的皮膚裂口或者傷害腦髓和神經。

此外人工發燒和砷化物治療還有很多弊端，就是需要大量專門人才和特置裝備，注射的藥物異常昂貴，並且耗費長期時間。有許多病人，因時間和經濟的不許可，不得不於完全復原以前，放棄治療，僅有百分之二十病人，能夠澈底醫治。所以人們還是在尋求着更好的醫藥。

尋求的試驗，在紐約海軍醫院內進行，這古老的實驗室建築，是美國衛生機關性病的研究中心。

實驗室主任馬洪烈博士多年來有着一貫的主張，就是無論那一種新藥問世，都拿來試驗於染梅毒的兔子，工作非常疲倦而毫無結果。如此地盲目試探，既不能沾名，更不能釣譽，幾百種不同的藥都已試過，結果還是等於零。

馬洪烈博士是位安靜而不受外界影響的人。他保持着這原則，雖然毫無結果，毫無希望，始終不移方針。

一日，實驗室裏送來了幾根玻璃管的土黃色粉末。說明治療淋病用的。馬洪烈請來了他年青助手亞訥德(R. C. Arnold)博士，一位研究性病的專家，授予盤尼西林一管，指示道：「試驗病兔！」亞訥德立刻趕到動物室內，那裏至少有三百隻害梅毒的家兔，他選了一隻有特別大瘡口的。從染毒部份裏，刮出了一些黏液，和着盤尼西林塗在一片戴玻璃上，拿到顯微鏡下去觀察。

他看見像毒蛇一樣游泳着的螺旋菌，並沒有受到任何影響。他立即報告馬洪烈，可是馬博士不管這是什麼緣故，不肯放棄試驗，他說最好改用另外一種方法。注射盤尼西林溶液，每三小時五千單位。

亞訥德跟隨了馬洪烈的指示，二十四小時後，他又做了一次顯微鏡試驗，他沒有發現一條螺旋菌。

馬洪烈立即趕到實驗室，證實微生物全部消滅，沒有一個剩留。

亞訥德正將開始假期，預備到鄉下去釣魚，他已準備了行裝並且買了車票。於是他立刻打消行意，跟着馬博士兩人開始工作，第一隻兔子，固然往往是純粹的機會問題，但是試驗成敗的關鍵。他倆從籠子裏拿出了許多病兔。在牠們相當粗大的耳靜脈裏，每三小時注射了五千單位盤尼西林，亞訥德當夜留在實驗室內，因為第二天的黎明，他們要看顯微鏡有什麼話說。

他們準備好了戴玻璃，逐次拿到顯微鏡下觀察。詫異地竟找不着一條螺旋菌。既然病兔沒有受到其他藥物的治療，很明顯地可以判斷，那一定是盤尼西林，實舉行了一次大屠殺。

馬洪烈和他的助手，準備着第二步工作，就是用盤尼西林試治病人。工作自然是不容易的事，再則以老規矩言，在試用於病人以前，起碼有長時期動物實驗。

可是盤尼西林與衆不同，因為它是於身體無害的物質。我們現在還沒有找出比它還要和善

的醫藥。在治療成千其他疾病時，沒有發現過一次，它有中毒的副作用。

在這一點上，他們無庸過慮。可是人體治療必須延遲數日，他們必須先完畢動物試驗，然後以純粹科學眼光，來比較其結果對於人體的試驗。

第一位受治病人是二十八歲的水手，幾天以前，他才發現受到這可怕病症的貼染，他宣佈他情願做第一隻試驗家兔。

斯時尙無人知曉，究竟應該用多少劑量，更不知道如何分配。他們決定試用每四時二萬五千單位，時期爲八晝夜。

藥液注於大股肌，每次僅二西西，病人微感疼痛，在實行第一次注射以前，亞訥德從病瘡裏取出幾滴黏液，哈理士(Ad Harris)——美國第一流血清學家，取出了一些血液，做了十個梅毒測驗，個個表示強正性。在亞訥德顯微鏡下，可以看到病人瘡液內擠滿了螺旋菌。他發現一個視界內就有一打微生蟲，另一視界則僅有兩枚。他計算了二十處，平均數是四條螺旋菌。

八小時以後，亞訥德以同樣的過程，實行了一次新的測驗，發現膿液內，平均每一視界僅有兩

一條螺旋菌，這樣看來大屠殺已經開始。盤尼西林在每一細胞組織，每一器官，身體內每一角落裏，消滅了一半細菌，亞訥德不耐煩地又等了八小時，這一次他沒有發一個螺旋菌。

八天之內，實行了許多新的測驗，睜着餓鷹般的眼睛，竟沒找到一條螺旋狀的細菌，整個這間，病人受到每四小時一次的盤尼西林注射。

對醫學上的一切試驗，人們必須慎重考慮過速的結論，顯微鏡沒有找到細菌，不能表示病人已經痊愈。盤尼西林可能於良好機會下將細菌自瘡口驅逐，但牠們或許隱藏在身體其他部份，如淋巴球。這是梅毒菌的詭計，早已人所共知。正式判斷，必須等待哈理士測驗的結果。

梅毒測驗有些弊端，就是病人在痊愈後好幾個星期內，血液還顯示正性，好像細菌們遺留了些紀念品，表示在某一時間以前，曾在血管內遊歷了一次。也就是這紀念品，繼續使梅毒測驗顯示着正性。

他們只好一星期又一星期地等待着，哈理士分析着血液，一個月左右測驗開始轉舵，由正而負，兩個月後所有測驗表示着負性。現在可以大胆地說，病人已經完全痊愈。盤尼西林治好了他，比

從前治療一切其他梅毒病人都來得簡單。

在這時期內，馬洪烈和亞訥德正治療另外三個病人，盤尼西林又獻大功。把螺旋菌自瘡口消滅。

細菌測驗，指示身體內一切過程，螺旋菌如何在體內隱藏，或者已經死亡，同時也證明着盤尼西林的勝利，都從正變成了負（正表示體內有菌，負則否）。

雖然許多成功，並沒使馬洪烈、哈理士和亞訥德發表過速的結論，他們也沒有因為這四位病人而承認有絕對治療梅毒的醫藥。可是盤尼西林給予人們切實的印象，就是它是對付貼染美國十分之一居民疾病的強有力之武器。也是愛亞利西夢想而沒有成功尋找得到的神藥。

已完成的這許多臨牀試驗，給予將來以莫大希望，從前用老法治療梅毒，必須在設備完善，有專門人才的醫院內實行，醫生又得有精細實驗室工作的幫助，他得找到病人臂靜脈——有時非常不容易的工作，以便注射砷化物溶液。

有了盤尼西林就簡單多了。梅毒病人可以在許多臨牀試驗以前，到普通醫士或並非梅毒專

科的醫生那裏去求治。

馬洪烈收集了一兩百才染梅毒的病人，沒有例外，瘡口復原非常迅速，螺旋菌也都消失。有許多血液試驗在治療完畢後五六個月才顯示負性。但百分之九十都確實斷定已經痊愈。這就是說，在梅毒第一期，十個有九個可以用盤尼西林治好。並且迅速而毫無痛苦，更無如其他性病專藥予病人以中毒之危險。

現在工作推廣和統制到二十三個醫院及研究中心。各處都得到相同的結果，可是整個時期，沒有一個人實實在在曉得應該用多少藥量。好像在黑暗中摸索，有的醫生只用小小的六萬單位，有的竟用到二百四十萬單位。後來發現，用藥過少，失敗的機會較大。

此時期內發現相當困難，幾乎對盤尼西林作醫治梅毒有絕對把握之最後結論。可是原則非常清楚，就是治療必須有大量盤尼西林和多次的注射，於是血液內維持相當高的藥濃度，而微生物逐漸消滅。所以每兩小時注射四萬單位，也能得到良好結果。治療只需四日夜，如果病人於星期五入院，在醫院過禮拜日，下星期二就可帶着復原的欣喜而離院。

梅毒第二期，螺旋菌攻擊每一器官和組織，並破壞脊髓，所謂 *tabes dorsalis* 引起極大肌肉運動的障礙。有的病人失明失聰。他已不能自由指揮自身的肌肉，走起路來歪斜不正，手唇，眼簾抽搐着，全身不時發生劇烈閃電狀的疼痛。

第三期表示全身麻痺，(Paralyse générale)——神智不清，四肢麻木，指示病菌攻入腦髓。這一期更普通的病象就是癡癲，不時發生可怕的瘋狂，說話口齒不清，作書則筆劃紛雜，草率莫可分辨。

沒有人能大胆擔保盤尼西林能治療後期梅毒再者腦灰色質或脊髓細胞被破壞以後，根本沒有任何可能加以補充，但是病因是有進展性的，就是說病狀逐漸變壞，範圍逐漸擴大，所以如果盤尼西林能阻止身體多受破壞，已令人滿足。有一部份神經可以重生，新的神經在附近長出，替代着破壞的地點。

在費爾達爾菲亞之斯多克士博士 (Dr. John H. Stokes) 領導下開始，治療後期梅毒的試驗，他想到底盤尼西林對支離破碎的梅毒第三期病人有何作用。

有一件事實，很快地被觀察清楚，就是橡皮瘡（gummatu）——後期梅毒瘡口——立即開始治愈。當橡皮瘡染到鼻染上時，鼻軟骨受破壞而下塌，病人顏臉上僅遺留一二鼻孔，橡皮瘡亦出現於皮膚，胃囊，肝和腎，經強大盤尼西林注射後，受藥力作用而消失。

此外又有令人欣喜的象徵，即因受被侵蝕細胞混入而混濁之脊髓液，開始清純，且有一部失明的眼睛，竟恢復了稍許視力。寫字等於畫符的病人，數星期後，已經寫很清晰的字跡。

讓我們舉一個例，一位三十四歲的病人。她的舌頭，手和兩唇不斷地發生痙攣，言語模糊不清，受着強烈耳鳴的痛苦，有時十足表示神經病。

經過十六天的治療。她的神智已漸清晰，記憶回復，痙攣不復嚴重。再過四個月，所有病像都已消失，她能正常地發言和寫字，出院後，她不但能管理家務，駕駛汽車，並且有條不紊地處理着複雜的糧食券。

這真不可思議的事實，可是其他也有相同地驚人事蹟，百分之八十全身麻痺，表示有進步，七位受閃電狀疼痛的病人，有兩位完全，三位部份地受到解放。兩位視神經炎的，一位完全，一位部份

復原。

盤尼西林並沒有給予他們完全的健康，也沒有人在期待着這個，但是它給人類比從前任何一種醫藥更多的希望。

最大的勝利是，盤尼西林有絕對治療初期梅毒的能力，也就在這時期，梅毒最容易傳染，也就在這時期，引起了廣大流行病和社會健康嚴重的問題，螺旋菌從一個病人傳入了另一位的血液裏，遺留了一個瘡口表示登堂入室的大門，有許多人則在不知不覺中染得了梅毒。哈加德(Haggard)發表過一次奇異的傳染經過。一位姑娘臉頰上為其情人手中的香烟燙傷，他立即在燙傷處吮吸，許多人都這樣做過，認為有益傷口，可是螺旋菌乘機從他嘴唇上的創口，過到了原本毫無危險的燙傷上。

第一期和第二期是公共交際場所的大問題，因為就在這時期最容易傳染他人，第三期已不復傳染，可是個人的難題，現在有了盤尼西林，許多有經驗的醫學家指出它是梅毒的戰勝者。全美國三千八百餘性病醫生，將獲得所需要的盤尼西林。

第十二章 淋病

佛來明曾經滴了一些盤尼西林黴菌濾液在淋菌的培養上，這咖啡荳或黃荳瓣一樣的細菌，就是引起無罪嬰兒的盲目和成人所有淋病、關節炎、心臟病等的主因。

在硫胺劑發明以前，淋病是醫生們最討厭的一種。治療進行非常遲慢，並須長期洗滌、休息、食品的統制和在暖箱裏長時間的人工發燒。病人可能恢復正常狀態，但不久老病突然重發，鼠蹊（大腿和下腹交界部份）發炎，各關節發生變形以及引起其他嚴重病態。

硫胺劑將形勢改變了許多。每天幾粒蘇爾芳梯亞促爾（Sulfathiazol）或蘇爾芳吡里丁（Sulfapyridin）可以應付大部淋症。可是好景不長，淋菌開始對硫胺劑發生強大抵抗力。此時牠們能在大量硫胺劑中繼續活動。此種抗硫性的淋菌族繁殖和其他種族一樣的迅速，而硫胺劑對之毫無辦法。所以頂多有百分之十的淋病可以治好。至於由非抗硫性淋菌引起之疾病，則有百分

之九十以上可由硫胺劑之治療而恢復健康。

這件事實，使軍事當局大起恐慌。因為硫胺劑可使身體反應遲鈍，一位吞服硫胺劑的人，就不能勝任飛行師，高射砲射擊指揮或者戰車駕駛員。淋病使兵士很快失卻戰鬥能力，如果硫胺劑發展了所期待的效力，這位士兵可於數星期後重返戰場。不然他就得在醫院裏住上好幾個月。

美約醫院的哈來爾對此頗為清晰。同時他又知道盤尼西林在玻璃管內對淋菌有極大作用。此時院中正有三位患着抗硫性淋症，他把淋菌移植，然後用盤尼西林溶液試驗，四小時後，細菌全部被殺滅。即使極其稀薄如二十萬分一的溶液，已足夠把微生物消除。

首次被試驗之病人為一位三十三歲之男子，於得疾六日後即赴醫生處受蘇爾芳梯亞促爾的治療，可是硫磺劑一無能力。所以哈來爾讓盤尼西林滴入血管內，治療開始於下午五時。十時左右排尿困難完全消失，第二日晨十日流膿停止。顯微鏡檢查，未曾發現有淋菌蹤跡。全部細菌被盤尼西林於十七小時內殲滅淨盡。

第二位受試的是位染病已五星期之廿九歲男子。蘇爾芳尼爾亞蜜德，蘇爾芳梯亞促爾及蘇

爾芳庇里丁都曾用到而一無結果。病人下部感覺劇烈疼痛，小便非有排尿橡皮管之助不可。於是病人在三日四夜中得到了九萬二千單位——相當少量——的盤尼西林注射。在開始治療五小時後，下部疼痛消失，廿四小時後，病人自感已如常人，尿液中完全無淋菌蹤跡。

第三位是個年僅十八歲的男孩，得病已四月，對之驚駭不已。症狀於染得後第二日發現。經十二日蘇爾芳梯亞促爾治療完全無效。再十二日地蘇爾芳尼爾亞蜜德注射，結果相同。即第三次治療亦無作用。此後病人得到兩個半月中間間隔之硫胺劑注射，仍毫無起色。

於是注射了四日三夜的十萬〇四千單位盤尼西林。治療開始後十二小時，排尿痛苦已消失，四十八小時後，病人於四個月中初次感到活潑氣象。尿液中已找不到很多淋菌。

在這三次經驗，淋病從來沒有被其他醫藥治愈得那樣迅速而澈底。

事實已經顯示得很清楚，試驗無庸繼續，盤尼西林已得百分之百的勝利。此後陸海軍治療中，亦得相同結果。在整個醫藥史中，還找不出一種醫藥能同盤尼西林一樣，對某種疾病有絕對的把握。

海軍三百六十六人中，三百五十八人復原——百分之九十八。治療的方法爲：每三小時一次的二萬單位肌肉注射，總劑量十萬單位。

另一位醫師，治療了九十五位淋症病人，硫酸劑全部表示無效。經盤尼西林注射後，九十三人恢復健康，且大多數於二十四小時內即復原。另兩位則重發，經完整之治療，其中之一又獲健康，九十五位中治好了九十四位。

此外，淋菌常攻擊關節部份而引起關節炎，病人往往不能自由彎曲手臂或手指。性質嚴重者，則不能行走。試用盤尼西林的結果，竟意想不到地圓滿。經過三至四日的治療，臥倒的病人，竟能自動步行離院。

盤尼西林亦以同樣神蹟，治愈了初生嬰兒雙眼受淋菌的攻擊。此種發炎往往引起失明。盤尼西林迅速予以解決。

現在人們明瞭應用的劑量。六次每隔三小時的二萬單位肌肉注射，往往使肌肉感覺不適。雖則盤尼西林能將淋菌於一日半內肅清。

難道我們想不出一種方法，使血液內盤尼西林排泄速度減低，或者使盤尼西林遲慢地溶入血內而使其濃度維持一定水平線？經過華盛頓華爾特來德（Walter Reed）醫院的羅曼斯基（M. J. Romansky）上尉及其助手黎德曼（Rittman）用家兔試驗，問題得到解決。

他們將盤尼西林放入花生油，棉子油，蓖麻子油及其他物質中，使之稀薄，然後將此混合物注入家兔身內，以數分鐘的間隔，檢查血中盤尼西林的含量。濃度竟逐漸增高。油類溶和之盤尼西林使藥力慢慢地進入血內。他們認為使用此種方法，就無須以數小時的間隔，頻頻注射少量盤尼西林。一次足量的注射就可應付一切，然後由混和的油類來擔任整個治療時期內盤尼西林的分配工作。

最後試驗結果，最有效之混和劑是花生油和蜜蠟，此種混合物可使血液內盤尼西林濃度維持一定時間數達十二小時之久，單獨之盤尼西林則僅能停留一小時。

於是試驗於人體。十二位淋病患者受到一次的花生油，蜂蜜蠟和五萬位盤尼西林混合物的注射。其中十一人以高速度痊愈，這實在是一種治療此可怕疾病最迅速而安全的方法。

試驗結果中最滿意的一點，就是淋菌對盤尼西林完全不發生抵抗力。永不能產生如對付硫胺劑一樣之反抗力，而人們亦無庸擔憂新型淋菌種族所引起之流行病。

盤尼西林治療梅毒與淋病之能力，在目前實有重大意義。每次大戰以後，往往發生大規模的流行性性病。因道德之淪落以及大量人類之遷移，使疾病散佈更加擴大而迅速。此種禍害將因盤尼西林之存在而消滅。

第十三章 戰爭中之傷口治療

將盤尼西林試用於戰時傷口治療，使其聲價更增數倍。在實際担任軍中重要任務以前，須要履行許多先決條件。最主要的是盤尼西林能大量生產，次之爲軍醫們須明瞭使用新藥的詳細方法。一方面諸廠家將生產問題解決，一方面醫生們將有關盤尼西林之使用方法，劑量及臨牀經驗搜集成冊，於是新藥正式加入戰綫。

戰爭是殘酷而污穢行爲。平時少見的傷口，在戰場上則無時不遇，並且很少沒有遭細菌攻擊，細菌在溫暖的破口內隱藏，受着鮮美肉汁的滋養，不久就繁殖得不可數計。所以包紮縫補傷口不過是軍醫的次要工作，主要的還是在對細菌奮鬥。以往許多大小戰爭給予我人很多教訓，只要破口一受細菌光顧，很少再有活命希望，在美國南北戰爭時，受傷者竟死去一半以上。

弗祿來於最初時期即認爲盤尼西林將使戰爭傷口治療上引起革命，一般製藥工廠亦知之

甚清盤尼西林工廠所以迅速成立者，實一大原因也。

軍醫少校普爾弗他夫特於一九四二年赴埃及治療受傷英軍，因應手之盤尼西林對大量受傷人員不敷使用，所以改用局部治療。即以盤尼西林溶液塗洗創口或用粉末直接敷於創口或以潮濕之綁帶包紮。在這一點上，盤尼西林將給予我人以硫胺劑所辦不到的希望。

普少校的第一位病人是個卅三歲年青兵士，兩股全受重傷，股骨上頭被子彈擊碎，膿液不斷自傷口流出，綁帶被單全都浸濕，體溫奇高，病勢又顯示極度貧血。破口中擠滿了各式細菌，病房中充塞着一陣陣自傷口發出之惡臭，醫師護士即病人自身莫不對之掩鼻。

於是普少校在腐口塞入排膿管，每日三次用盤尼西林溶液洗滌，病況差不多立時開始好轉。膿液日益減少，體溫亦恢復常態。十日後將排膿管除去，所有盤尼西林能克復地細菌完全消滅，不到三星期傷口完全收口。

第二位是個卅六歲士兵，多處被炸彈破片傷害，於左脛開了一個拳頭大的膿口，不時發出惡臭，病人竟因之發生瘋狂，醫師們正想把下腿割去，但他們願意用盤尼西林試驗，然後再決定下肢

之去否，於是破口用盤尼西林溶液洗滌。

治療開始不到二十四小時，膿液幾乎停止外流，三日後體溫已如常人，新皮膚開始從四周長出，細菌已全被殲滅。

相同性質的許多病傷得到了相同圓滿的治療結果。現在發明了一種新的戰時治傷方法。以往受傷軍人須花費好幾個禮拜的住院時期，目前可於三四日後重返防地。因為盤尼西林能在此種情形下縮短治療時期，減少醫院內被佔之位置，在戰爭中盤尼西林實為一有極大戰略意義之武器。

盤尼西林挽救了許多否則非割去不可的臂膀、股腿，於是減少了大量戰時殘廢者的數字。

普少校此時發現了一件非常重要的事實，若將盤尼西林注射於靜脈管或肌肉內時，藥劑就很快地自體中消失。如果用溶液沖洗傷口，則藥力維持至二十四小時之久。此外他又發現，如果粉狀盤尼西林直接敷於傷口竟引起刺激和劇烈疼痛。

當此初步工作完畢時，弗祿來亦來臨北非。他的任務是在著作一本為軍醫人員準備的盤尼

西林使用方法的小手冊。

軍醫人員最普通的工作首推治療柔軟組織之大破口。在最前綫的綁帶所軍醫人員先將傷口洗滌清潔，除去一切異性物體，然後在傷口上罩上一塊紗布而任其暴破，因為他們害怕傷口受到細菌的污染所以不敢將其縫紮起來，如果細菌在封閉的傷口內作祟，病勢將轉變至不可救藥，高度發炎，血液中毒而死亡。

換句話說，病人必須在極端痛苦的狀況下被輸送至百里甚至千里以外的戰地醫院去讓醫生決定，到底傷口應該縫紮起來還是讓它自己去長合。

弗祿來也曾對此種事實加以研究，認為人們不願冒太大的險，這樣實是惟一的辦法。可是現在有了盤尼西林，而它又有那末強大的殺菌能力，假如將傷口仔細弄乾淨把死肉挖去，再用盤尼西林消滅細菌，然後把傷口縫紮起來，豈不是一個很好的理想嗎？

如能把事實辦到，那末受傷的人可以在一星期內復原，並且還不留疤痕作為一生的紀念。於是弗祿來在非洲召集了十位陸軍醫官，把他理想之治療原則告知他們開始普遍實施。

柔軟組織傷口之髒物被清除後即以盤尼西林溶液灌洗，再將其縫口包紮，一百七十一位傷兵受此種治療，其中大部份皆已受傷三至十二日之久且全被細菌侵染而流膿。在以往縫紮這樣的傷口幾乎被認為殺人犯，可是有了盤尼西林情形則大不相同了。

除了一位必須重行開刀外，其餘的都於第五日將排膿管取出，十至十四日後解除綁帶。三期後已有一百〇四人傷痕收口，六十位則部份結疤，七位須再度縫口。當時有一位醫生說道：有了盤尼西林，細菌污染的危險幾乎已不存在。

七十位大股骨折及骨折引起之細菌貼染症僅有一位不治而死。沒有盤尼西林以前，七十人中之死亡數字達六人之多。

以比較盤尼西林及硫胺劑之效力可得下列數字。一批六十八位受硫胺劑處理之表皮破傷中，百分之二十三無效。另一批相同情形之一百二十三人中，全部被盤尼西林所治愈。

於是弗祿來與其助手開始用盤尼西林醫治腦部受傷。炸彈與榴彈破片打開士兵頭殼且刺入腦髓。

受傷三至十二日左右之二十三位傷兵中，幾全部被細菌污染。一半已開始流膿，並有數人病勢因骨折及其他部份受有彈傷而更形複雜化，這一批病人顯示不是容易醫治地。

弗祿來等將傷口縫紮，而在線縫之內遺留了許多小橡皮管，由此管內受傷之腦組織得到固定週期之盤尼西林溶液灌滌。結果此二十三位重傷病人中復原了二十位。

自北非至意大利，盤尼西林顯示可用作對付最兇惡敵人——破傷風之武器。破傷風菌不須氧氣的供給而生長，一直向受傷組織內部攻擊，在那裏細菌製出了許多發着惡臭的氣泡，並分泌一種生麻木感覺之毒素。

在硫胺劑發明以前，醫生對此簡直束手無策。有時用抗毒素抵消毒力或用外科手術，當病象一被發現，立即將被染之手臂或下肢割去。如果病菌牢固在不能挖去部份的深處時，則除了等死外很少再有出路。

硫胺劑和抗毒素在這裏很有用處，它們把死亡率壓低至百分之五十，但數字雖滿意程度還遠，我們須得有更好的醫藥。

在玻璃管中盤尼西林對破傷風菌有極大效力，至於在動物體內又將如何？所以弗祿來及其同人集攏了卅三位破傷風病人，全體受同樣治療，起初將死肉挖去，然後注射大量抗毒素，最後輪到盤尼西林。

卅三人中死了十二位，百分之三十六。數字已比硫胺劑強得多，可是結果還不能滿意，差不多每三人中必死去一人。但是如果把這死去諸人仔細研究一下，則發現真實的結果實較想像者為佳。在死者中五人抬進醫院時，已經奄奄一息，因病勢過重無法舉行外科手術，即使盤尼西林亦很少希望。所以這五人除去不算，統計的數字就變成了廿八人中死去七人，死亡率僅百分之二十五。

試驗繼續着。如果盤尼西林能使用於較早時期與較大劑量，則前途將更為光明。雖然盤尼西林不能絕對主宰此兇惡疾病之全部命運，但至少已將死亡率壓低了許多。

此外盤尼西林還有一個重要的任務，就是處理燒傷和燙傷。情勢嚴重的燒傷則將身體最重
要之保護器官——皮膚毀傷，於是下面的組織暴露體外，隨時受細菌之攻擊，而此種細菌之侵染

往往引起死亡之後果。細菌且分泌毒素於血液內而成爲普遍血液中毒症及妨害腎臟之工作效能。

即使此類病象未能發生，燙傷本身往往引起痛苦且難於治療。皮膚之合口及重生須費時數月，再則皮膚之移植實在是一種繁重手術。如其發生膿液，那末新植皮膚毫不費力地被排擠剝落。無疑地，燙傷經硫酸劑的治療而有顯著進步，但始終還有缺點。其中最大的是硫酸劑對最主要之生膿禍首葡萄球菌毫無作用，所以應用盤尼西林可以給予人們較大希望。

以盤尼西林治療燙傷有兩種形式，一爲粉末，一爲藥膏。爲了經濟藥物，在粉末中往往混和蘇爾芳尼爾亞蜜德及氧化鎂。藥膏則由液狀石蜡，羊脂及盤尼西林組成。

以盤尼西林粉末或藥膏塗敷之燙傷於四日內即將細菌肅清，停止膿流，所以皮膚也可開始移植舉行。

有一位病人在大腿上受了嚴重燒傷，在六個月內毫無好轉現象。經盤尼西林治療後，傷口於十七日內復原。另一位將一隻脚的皮膚全都燒去，忍受着疼痛達一年之久。經盤尼西林治療後三

個月已恢復健康。另一位顏臉燙傷於二十日內治愈。同一燙傷者經治療後毫無例外地得到圓滿結果。在第二次世界大戰中，因火燄噴射器及燃燒彈等新式火器之使用，使燒傷數字大量地增加，幸虧盤尼西林出世得早，消除了一部份的苦痛。如以已往事實之證明，我們可以說盤尼西林實爲對付向暴露組織攻擊之細菌非常有力之武器。

現在盤尼西林又試用到腦膜炎。此種發炎症差不多由一切到達腦腔及脊髓管之細菌引起。細菌主要對腦膜攻擊，發生頭痛、頭頸僵直等症象，最後則死亡。

微生物有各種不同地途徑到達腦膜，如經耳、鼻及其副腔或頭骨之破裂口等。據最近判斷，認爲腦膜炎普通的結果皆爲死亡。以波士頓醫院而言，數年中共有七十八位重傷風腦膜炎至院求治，最後只有一位恢復健康。

大概由於鏈狀球菌、肺炎菌及結核菌引起之腦膜炎是百分之百的死亡率。至於流行性腦膜炎，由腦膜炎球菌所引起者危險性較少，但四人中至少死三人。

各種不同的醫藥曾經用來試驗治療流行性腦膜炎。腦膜炎血清已使百分之七十五的死亡

率減低至百分之二十五，硫胺劑又把它壓低到百分之十。此外硫胺劑對治療鏈狀球菌腦膜炎有非常圓滿之結果，且又能自肺炎菌腦膜炎手中挽救數位生命。

根據各方報告，硫胺劑可挽救百分之五至四十之肺炎菌腦膜炎病人，平均每四人中有一人可得救，實爲一可喜之結果。

以盤尼西林治療腦膜炎可得較佳結果，希望的理論缺少立足點，以往用家兔實驗表示僅有一小部份注射入血之盤尼西林抵達脊髓液中，如欲使其發生效力，那末非使盤尼西林進入脊髓管中不可。

與弗祿來共同工作之旅軍醫開英士(Hugh Cairns)認爲如將盤尼西林注入血內，另一面則直接注入脊髓管內，換言之即施行兩線攻勢則問題不難解決。於是弗祿來試用此法治療一位鏈狀球菌腦膜炎的病人，結果恢復健康。

於是開英士與其他英國戰地醫務人員發生連絡，請求他們把所有肺炎菌腦膜炎病人送到他處。醫生們自然樂於效勞，沒有任何人情願照料此種病人，更不願眼睜着看他們死去。

一位年僅十九歲的空軍軍士送到開英士這裏來受治療。病人好像遭了涼，感覺輕微耳朶痛和頭痛，形勢顯然無嚴重性。如此症候維持了一星期左右，頭痛突然加重，兩眼亦生劇烈疼痛，寒熱相互交錯，病勢岌岌可危。醫師們顯然明晰病象之意義，連忙從脊髓管中抽出了一些脊髓液，液體已混濁不清，內中充滿着肺炎菌，病人患着肺炎菌腦膜炎。

病人得到大量的蘇爾芳梯亞促爾。起初似乎有些好轉，體溫降低，神智漸清醒，頭頸僵直亦減輕了少許。可是第二天情勢又復嚴重，再度抽出脊髓液試驗，內中仍然含有細菌，硫胺劑顯示無能為力。經三星期毫無結果之盲目治療，病人被送至開英士醫院來。當他到達該處時頭頸已僵直如木，全身發高熱，所有關節感到劇烈疼痛，腦膜炎之症象已無可疑。

開英士在脊髓管內插了一根針頭，注射了一萬五千單位的盤尼西林，他們等待着這些微藥量將對細菌發生何種作用。

不數小時，體溫竟恢復常態，頭頸僵直度已些微減輕，病人頭部已能移動少許。

第二天又注射了一萬五千單位。治療繼續至第四日，病人幾乎完全正常。

病人繼續住院三星期受醫生觀察，他們看疾病是否將重發。

十二位相同疾病地病人由各處送到開英士醫院來。其中九人很快地恢復健康，換言之即盤尼西林保證百分之七十五的絕對勝利。至於其他死去的三人中，一人來到醫院時幾乎已經快死了，經盤尼西林注射後六十分鐘逝世，另一位死於三小時半後，第三人於九小時後。

此時美國軍醫人員亦加入共同作戰。軍醫上尉伊文斯 (Albert E. Evens) 認為聯合試用盤尼西林及蘇爾芳亞蜜德可使兩者相互工作共同致效，其結果自極完美，實有一度試驗之必要。伊文斯所選擇的一位病人是個飛行員。飛機於作戰時被擊毀，降落時被擲出機座，螺旋槳將腦殼擊破，肺炎菌進入傷口，於是腦膜炎發生。

廿四小時內盤尼西林與蘇爾芳亞蜜德將脊髓液清純，這實是迅速的進步。再過了兩三天頭痛已消失，頭頸可旋轉自如。

跟着又治了十一位病人，盤蘇聯合物竟發生不可思議的效力，人們竟不能相信從前的肺炎菌腦膜炎可能有百分之百的死亡率。現在恰巧相反，百分之九十一點六完全恢復健康，其中僅有

一位於到達醫院後十小時死去。

同時美國海軍軍醫官亦試驗治療七十一位腦膜炎病人。其中六十五位由腦膜炎菌引起，五位由於鏈狀球菌，一位由於肺炎菌。結果全部僅死去一人。

此種事實直至一年以後才寫成書籍出版。當時美國軍醫並不在病人快死時才去使用盤尼西林，更不等流行病快發生時才用到這新藥，他們用它作為一種防禦藥品，直接用於危險尚未發生之地點。

當醫師遇到受傷士兵時，立刻將其傷口用盤尼西林洗滌。運至後方基地時立刻受盤尼西林的注射。經過這樣醫治後，細菌能夠在一處立足，與病作祟以前，就被阻止動作，疾病就根本無機會發展至應有之高度。

確實計算被盤尼西林救治之人數實與計算經過種痘後被防止天花之人數同樣為勞而無功之工作。

第十四章 這還不過是個起首

凱佛完成了偉大的任務，九千病人在他領導下受到治療，現在他可安眠達旦，盤尼西林已經足夠應付所有的需要，病人可於當地醫院，得到新藥治療。

過去人類和疾病鬥爭的歷史，受盤尼西林的發明而劇烈變化，如果使用充分藥量，病勢莫不好轉。試用初期，約有百分之六十葡萄球菌入血症 (Staphylococcaemia) 完全治愈。此後百分率逐漸增高至八十而九十。

可是盤尼西林的研究，離工作完成時期還遠得很。我們只能說，這還不過是個起首。我們可以舉出來，盤尼西林尚不能離開醫院。即使由肌肉或靜脈注射藥液，始終得依賴醫生，雖然溶於花生油或蜂蠟裏的盤尼西林，可以維持長期不致分解排泄而無庸頻頻受針灼之苦。但是這並非研究家的最後目標，他們想把盤尼西林做成丸丹，由口中吞入。

唯一的障礙就是盤尼西林極易受胃液酸素的作用而分解。弗祿來想克服這困難，他試用小蘇打中和胃酸，於是有一部盤尼西林被血液吸收。這時藥價還相當昂貴，自然沒有人願意浪費十萬單位而僅能獲五千單位之實惠。可是反過來說，如果盤尼西林價格便宜，生產量進入了高度工業化，我們又何嘗不可吞下四五十倍於必須的藥量，以避免打針的痛苦。

當然最理想的要算用純粹化學方法，用人造方式，價格便宜的盤尼西林，以替代花費光陰人力的黴菌培養。每一生產家都希望人造盤尼西林遲早可以成爲事實。他們竭盡所能，朝着這方向前進。起初許多化學家認爲，理想的完成不過日月的問題。可是那裏知道，過早之期望，竟化成泡影，問題顯示着複雜性。

雖則如此，他們還是繼續配置新裝備，以求問題之解答。絕對清潔的盤尼西林結晶，於是從黴菌濾液中提煉出來。那是潔白無色鹽狀粉末，乍看時，與精製食鹽並無區別。

有了純粹的盤尼西林，化學家就可以決定它的化學結構式，至於由此可以達人造之目的，尙言之過早。

此外人們又想起一種吞食盤尼西林的方法，就是用糖衣包裹這鹽狀結晶，以免於胃液中消失其作用。然後到達腸部而被吸收入體。至於理想與事實是否相符，現在還不能過早判斷。

化學家還有一個可能性。即是黴菌分泌之盤尼西林為略帶酸性極不穩定之物質。弗祿來及其助手曾試用碳酸鈉將使成中和性，後則改用鈣化物製成盤尼西林化鈣，此種化合物在許多性質上比原始產物優良。現化學家已用醇類中和盤尼西林，成為所謂盤尼西林酯類。該酯類表示不受強烈酸性胃性之作用，故可製成丸狀以供吞服。

在還沒有圓滿達到理想以前，一定有人想用盤尼西林做成藥膏，那末在治療燙傷，割傷以及其他皮膚疖疔有極大效力。此外尚可製成溶液，用作洗眼水，嗽口水等出售。將來防禦性病藥物中，盤尼西林必佔重要位置。

此後舉行外科手術時，盤尼西林定有極大功用。在動手術以前以作防備消毒，可減少細菌貼染的危險。

盤尼西林研究工作已經前進到這種地步就是盤尼西林已經比以前純粹而有更大產量。在

開始時，研究家只能從每一西西黴菌濾液內提出半個單位，後來經過營養液的改良，較佳菌種之選擇，現在每一西西濾液內盤尼西林之含量，已經提高至二百單位，換言之生產量增加四百倍。

這就是說，用從前相等的原料，人力和消費，現在可以多得幾百倍成貨。譬如有一家汽車工廠，發明了一種新方法使汽車出貨增加一半，你看老闆將如何地在這新法子上拚命花本錢。盤尼西林的情形正復相同。增加百分之五十盤尼西林產量的新菌種，其價值不下百萬金元。

這時，人們不免杞人憂天地過慮盤尼西林是否將要生產過剩，答案是不會的。就以獸醫一項而言，至少須用生產之半。以金錢數量而言，家畜所耗費之血清，痘苗及抗毒素較人類為多。

根據最近試驗結果，盤尼西林在治療家畜疾病佔重要位置。它將用以治愈使農夫每年損失大量金錢之豬瘟，母牛乳房炎及傳染性牛馬瘟疫等。

即在治療人類病症而言，盤尼西林還沒有完全盡其所能。根據美約醫院研究家許多初步試驗結果，顯示盤尼西林將來可能成為幾十種現在醫生尙束手無策地病症的特效藥。

以治療梅毒得到完美成績為證據，哈來爾和海爾曼認為盤尼西林應對另一種螺旋菌有特

效。此種螺旋菌稱爲魏爾 (Weil) 氏菌，爲魏爾氏疾病，一種傳染性黃病之主因。尤其於軍隊中，此種傳染病蔓延極爲廣泛。其死亡率自百分之五至百分之五十五。上世紀拿破崙之埃及駐軍及南非波恩戰爭時之英國軍隊曾因此種傳染性黃病而受極嚴重之損害。

爲了試驗盤尼西林對傳染性黃病之作用，海爾曼與哈來爾貼染了六十四隻畿內亞黃鼠。其中一半未受任何治療，死去百分之九十。其他一半受盤尼西林之治療，死亡率減少百分之十。

於是他倆試驗到另一種螺旋菌疾病，回歸熱。回歸熱大都發生於兵燹以後，死亡率直達百分之八十。因糧食缺乏，飢荒，蟲子及居民衛生條件惡劣等，傳染極爲廣大。俄國於第一次世界大戰以後，染得此症者約一百五十萬人。

爲了試驗盤尼西林效力，他們貼染了五十四隻白鼠。未受盤尼西林治療之一半，死去百分之七十五，另一半僅死去四隻。

其次輪到地是鸚鵡症 (Psittacosis)，一種鸚鵡特有之疾病，可以染及人類。其症象爲無定型肺炎與傷寒型病態。其主因爲一種么微菌 (Virus)。哈來爾和海爾曼認爲盤尼西林並無多大效

力，因為一般試驗結果，微生物顯示有強烈抵抗力。雖則如此，他們還是試了一次。他們先把一百〇四隻白鼠染得了鸚鵡症，一半用盤尼西林治療，其他一半則否。過了相當時間後，未受盤尼西林治療者全部死去，就是說百分之百的死亡率。而其他一半，僅死去四隻。

鼠嚙熱得到相似結果，百分之九十八的正常死亡率，因盤尼西林之效力，百分之百恢復健康。牙科醫生似乎也得使用盤尼西林。在拔出病牙後用作牙床與牙肉的消毒，實為一種極為有效地保護力防禦病菌侵入，且避免因病菌侵入而給予之痛苦。

所有以往之行動與事實，指示盤尼西林最偉大之意義，在給予我人以一切散播疾病的微生物遭受毀滅之實例，而此種毀滅將不斷在地球上進行——至少現在人類尚未移殖至其他星球。數千萬患着肺癆，霍亂，黃熱病等死去之病人，被埋葬地下。照理泥土中將充滿了病菌和毒素。可是事實並不然，病菌被消滅得非常迅速，人類家畜未因泥土而中毒。

其中道理安在，實有解答之必要。最先我們應該知道的是所有疾病之種類，然後須明瞭泥土中生活着幾百種疾病細菌的仇敵。一鏟子泥土，代表大量醫藥魔力，盤尼西林最大功勞也就是在

引導人類在尋求此種魔力的道路上前進。

朝着這目標前進的有紐間西 (New Jersey) 農業研究所之瓦克士曼博士 (Dr. Selman A. Waksman)。依據以往研究結果，盤尼西林僅對格萊姆正性 (Gram-positive) 經格萊姆染色法被染為藍色之細菌發生威力，至於負性 (Gram-negative) 染為紅色之細菌，如傷寒、霍亂、痢疾等病菌，幾不受盤尼西林絲毫效力。瓦克士曼的理想，就在找出作用於此類微生物之土壤中細菌分泌化學質。

除去枝節不言，試驗之步驟大略如此。起初在培養碟中培養一種格萊姆負性細菌，譬如腸炎菌。在上面塗了一條泥漿，青苔皮或者肥土的溶液，然後在這寬帶區內尋找清純透明的斑點，許多清純的範圍裏，指示為人類所追探着的土內微生物正向病菌攻擊。最後就設法把尚未為世人所認識的土菌單獨隔離出來。

用了這個法子，瓦克士曼已經找出近十種不同，可能加以利用之土菌分泌化學質。一種最感興趣的是 streptotricine，比盤尼西林有較高毒性，可是效力發生於更多種類的細菌。經過許多

實驗，表示對回歸熱和它接近疾病（即與回歸熱菌有親屬關係或種族相近細菌所引起之疾病）有特殊效力。

另一種瓦克士曼之發現，是一九四一年的 streptomycine，表示對傷寒菌和其他格萊姆負性細菌有極強威力。如果聯合盤尼西林，將來在治療創傷上必有重大貢獻，以盤尼西林對付格萊姆正性細菌，再讓 streptomycine 醫治其他病菌。

可是這許多發現的物質，尚未應用於臨牀試驗。大部份工作還是在試管內和動物體內進行，有一件甚為明晰的事實，即如能有任何一種物質，力量超過盤尼西林，必將認為近數百年來最偉大之發現。

這許多物質，始終還在盤尼西林之後，尚未受人注意。可慶幸的，它們把大門推開了許多，總有一天，牠們將得到成功。許多古老疾病之謎，如結核症，呆瘡，肺癆等將得到解答。

即使盤尼西林，將來亦可能由其他醫藥替代。佛來明也有同感，認為這是必然的結果。盤尼西林不過是醫藥史上的一個指路碑，所有人類智慧的結晶。

因爲佛來明和弗祿來對人類有偉大的貢獻，被選爲英國皇家學會會員，賜爵士銜，並得諾貝爾獎金。

佛來明，現在全名是亞歷山大，佛來明爵士對其發明發出如下數語：

『人們稱盤尼西林爲神蹟，因之我也以科學研究者的身份，予以同樣稱謂，可是神蹟乃挽救千萬生命之神蹟』。