

原子彈損傷

劉廷傑

自從1945年8月初，在日本廣島及長崎兩城市投下兩顆原子彈以來，在戰爭之損傷中又加多了一種放射能傷。當原子彈爆炸以後其高度之爆炸力及熱力可以發生嚴重之破壞和死亡，而它所發出之大量放射能照射到人體更能引起過身中毒現象。本文係根據業已公開發表之材料，作一綜合性之討論。

原子彈威力圈與爆炸能

在以往對原子彈的估計相當高，說一顆原子彈相當於二萬噸 T. N. T. (Trinitrotoluene) 炸藥，但按目前較正確之估計，一顆原子彈約相當於二千噸到三千噸之普通炸彈。原子彈爆炸後，其產生之能可分為四大類，即(1)機械能，包括爆炸能及因爆炸能所引起之建築物倒塌及彈片之衝動能。(2)熱能，(3)光能，可見之紅外線及紫外線。(4)放射線，為Alpha(α)，Beta(β)，Gamma(γ)及中子(Neutrons)。由原子彈能力所致之損傷可分為創傷，燒傷及放射能傷三種，茲分別詳述於下。

(一)機械能損傷：由於直接的炸彈爆炸力及間接的流彈等所致。當炸彈爆炸時所發生之力量，足以破壞直對原子彈之鋼骨水泥建築物，距離爆炸處約4700英尺之鋼鐵支柱工廠，以及距8000英尺之日本式本房屋多少均有損壞。遠在8.5英里以外之窗戶破碎，屋瓦被吹落。按當時廣島市醫院內受傷者之統計，死傷中佔70%為位於爆炸圈之1700米以內者，其位於900米以內者僅有1%可以倖免。按長崎市之傷亡統計約為37.5%。在原子彈損傷中創傷佔70%，(附表1, 2.)挫傷最多，撕裂傷次之，骨折較少。

表一 炸傷分類

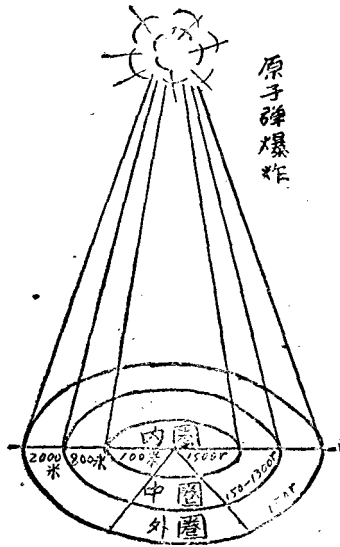
創傷	70%
燒傷	65—85%
放射能傷	35%以上

表二 創傷分類

挫傷	52%
撕裂傷	37%
骨折	11%

(二)熱及光能損傷：爆炸內圈(半徑：由着點至中圈100米)之溫度可以達到攝氏表2000度以上，中圈溫度(由着點至外圈500米)高至攝氏表100度以上。內圈及中圈之損傷最嚴重，破壞力亦強。(附圖1.)。此種熱力持續不及一秒鐘時，即可以使距離11,000英尺以內之易燃燒物件發生燃燒。距離爆炸中心13,000英尺以內之人遭受燒傷均甚嚴重而需要治療。一般說來，在內圈之人因接受嚴重之閃光傷(Flash burn)其肌肉皮膚一經接觸即立成焦炭；中圈則往往引起中度燒傷。白色衣服有反光作用，所以能保護皮膚，金屬及黑色衣服，均有吸熱作用，因此着深色衣服較着白色衣服燒傷較重。着花衣服者可見與花紋相符之皮膚燒傷，其深色之條紋損傷嚴重。燒傷佔原子彈損傷65—85%，在醫院內檢查有90%燒傷為第二度，但有5%以下之燒傷，由於損壞之建築及房屋着火而受傷。此種燒傷與普通燒傷之主要不同點，為傷者之皮膚呈充血及色素增加現象(距中心1500—3500米間)。據日本醫院之統計由於火傷而致死者約佔30%(廣島)至50%(長崎)。

圖1. 原子彈爆炸後之概況



- 內圈：放射能： $> 1500r$ 較人類致死量多至數倍以上。
半徑：由着點至中圈100米
損傷：放射能傷，閃光傷，外傷。
生存率：無
- 中圈：放射能： $150-1500r$
半徑：由着點至外圈800米
損傷：同上
生存率：近內圈者僅1%可以倖存
- 外圈：放射能： $150r$
半徑：由着點至最外圈2000米
損傷：輕度放射傷，流彈及表皮傷
生存率：大都生存。

爆炸時之亮光較日光又強數倍，正如同凸玻璃將日光焦點集中增加熱力所致之燒傷，並產生一部份紫外光，可以引起結膜炎。

(三)放射能傷：當原子彈爆炸後，人體所受之損傷以放射能所致之損傷最為重要，放射能損傷佔原子彈損傷90%以上，其與X光過度照射者相似。 α 及 β 線於大氣中穿過程甚短，故在爆炸後不等到達地面即形消滅。加瑪線(Gamma)為最重要之放射能，具有長短不同之波長，可致人身體表面及組織內部之損傷。人體因距爆炸中心之遠近，及有無隱蔽建築之保護而受輕重不一之放射刺激。泥土，磚塊及水門汀均有阻礙加瑪線之功用。

放射能傷之臨床現象

較顯著病徵有惡心，嘔吐，發燒，腹瀉，脫毛，紫癍，白血球

減少，貧血以及咽喉疾患等，多在傷後3—4週而達到頂點。

受放射線損傷後，其症狀呈現之早晚，及病程之經過，視所受放射線分量之大小而有差異。多數被難者在轟炸後數小時發生惡心及嘔吐。受傷嚴重者，於受傷後即有惡心嘔吐，發高熱，有出血性水瀉，口腔咽喉炎，4—7日發生紫癍，血液檢查，白血球及血小板減低或完全消失，小便發紅，而多於4—10日內患者迅速枯竭而死亡。

多數受傷者在炸後7—28日發生紫癍，脫毛，胃腸障礙（多有難制之腹瀉），發燒，白血球減少，貧血，食慾不振，頹喪，血尿，咽喉炎，扁桃腺炎及齒齦炎等。幾乎全體傷者均有皮下出血，且可以見到有出血傾向，如衄血，黑色大便，血尿，子宮血崩等。脫毛症主要表現在頭部，頭髮脫落，多數人在2—3月內重生，僅少數人完全脫落。身體他處之毛很少見脫落。

許多嚴重病例白血球減少每立方耗不到1500個，亦有僅100個者。假若每立方耗低於300個者很少見恢復。通常約在第五或第六週白血球重新增多。白血球減少後1—2週所有病人全呈顯著之進行性貧血，紫癍及出血更促進貧血，故極輕微之損傷或灼傷均可變為極嚴重之傳染病灶而引起敗血症，亦為死亡之主要原因。

放射線傷較輕之一類，經約二週餘之潛伏期後，症狀漸起，終多恢復。在臨床方面有脫髮，發燒，食慾不振，頹喪，腹瀉，以及口腔，齒齦，咽喉之輕度炎症。皮膚增色及結痂，蒼白，皮下瘀斑見於少數病人，出血傾向亦不嚴重。血液檢查，白血球減少，但每立方耗不低於1500個，血小板減少，有進行性貧血，有些人不再恢復，而於2—4月後因再生障礙性貧血（Aplastic Anemia）而致死。

此種放射傷之預後，與所受之放射線量大小有關，若其能量少於150 R時，損傷或不甚嚴重。一般說來，受傷嚴重者其死亡率佔100%，中等度損傷者死亡率佔50%，受傷輕微者，如無併發症發生大致可以復元。（附表3。）

表三 急性放射能週身中毒之組別及臨床現象

日期及症狀	嚴重組		中度組		輕微組	
	1—72 小時	惡心及嘔吐	1—2 天	惡心，嘔吐	1—18 天	弛緩期
症	2—1 天	弛緩期	4—11 天	弛緩期	19—30 天	脫髮，皮膚增色及結痂。食慾不振，頹喪。
	5—1 天	嘔吐，出血性水瀉，高熱，口腔咽喉炎，急性死亡。	1—14 天	脫髮，皮下出血，燙傷		蒼白，皮下出血，腹瀉及枯渴。
狀			15—30 天	食慾不振，頹喪，發燒，口腔咽喉炎，皮下出血，出血性水瀉，血尿，貧血，枯渴，死亡。		
預後	死亡率100%		50%		如無併發症，大致復元。	

病理改變

(一) 機械能及熱光能損傷：大多數之機械能損傷乃由飛炸之玻璃碎片及倒塌之木屋樑柱所致，幾乎沒有曾受過高度爆炸力之直接損害者，因發現有耳鼓膜破裂者僅佔1%。燒傷則多為閃光傷，此由於放射熱在短時間內作用之結果，此種熱為直射的，故燒傷部常為投射面，其界限明顯。離轟炸區較近者，其燒傷部之中心呈色素減退，而其邊緣呈色素沉着，離轟炸區較遠者，燒傷部呈均勻之色素沉着，持續四月而不消退。

(二) 放射能中毒之病變：在人體之病變，全由廣島長崎兩城市之屍體解剖所得，其主要器管之病變綜述如下：

1. 毛髮及皮膚：毛髮脫落形成禿頭，髮根萎縮並缺乏分化，此與老年人之髮相似，約二月後，髮根有再分化現象，且有新髮自老的根鞘外層穿出。皮膚有凝固性壞死，潰瘍及出血，並有皮下組織

血管栓塞。晚期燒傷大部已痊癒，少數有形成癭痕疙瘩 (Keloid) 者。

2. 口腔，咽喉：上皮細胞不正常之分裂，粘膜壞死，出血及潰瘍。

3. 胃腸：胃腸粘膜之上皮細胞有反常之核分裂，繼有充血及水腫，2—3日後有出血及潰瘍形成。

4. 淋巴組織：淋巴細胞核濃縮及溶解，僅有網狀內皮細胞之殘留，並有異型之單核細胞出現，在輕傷者發現內皮細胞增生及淋巴細胞之增多。

5. 骨髓：在受傷嚴重者，發生壞死及消滅，髓樣細胞及紅血球生成系統之所有細胞，幾乎完全消失。但同時又有內皮細胞及多核白血球母細胞及漿細胞之出現。在輕微型則有一般母細胞增生現象。

6. 心肺：有出血及水腫，並有單核細胞浸潤。

7. 肝：充血，水腫及肝細胞核增大，間有局部壞死。

8. 腦：小血管出血及局部壞死。

9. 腎：腫脹，出血及漿細胞浸潤，局部栓死，並有出血性腎盂腎炎。

10. 腎上腺：皮質層萎縮，間有單核細胞浸潤，局部壞死，脂性改變。

11. 睪丸：早在第四日，睪丸即有顯著之變化，有出血，細胞壞死。各級精細胞有退化性變，間質玻璃樣變。精液內之精子銳減。

12. 子宮及卵巢：子宮內膜呈靜止狀態，缺乏黃體期變化。卵巢有出血，壞死，無成熟之濾胞。

13. 睪下垂體：間有睪丸切除之變態細胞存在。(Castration Cells)

治 療

根據廣島長崎轟炸中之傷亡統計，其中有6%頃刻致命或無法拯

救而死亡，其傷亡主要原因係炸彈直接熱力燒傷及受塌毀建築物所壓斃。傷亡總數中約有 $\frac{1}{4}$ 並未遭受機械性損傷及燒傷，而經放射能傷，在一至五週後足以引起病變。以上係一大概估計數字，假若平時能有計劃的事先準備則更可以減少多數的破壞及殺傷。由日本轟炸經驗告訴我們，原子彈之直接殺傷，遠不如建築物倒塌焚燒所引起的死傷來得多。所以改良建築物及堅固之防空洞是人類最好的保障。鋼筋混凝土已證明是可以用作防禦原子彈的材料。訓練救護隊，如急救人員，消防隊，消除放射物質等工作人員。並由專家利用儀器測量爆炸中心，並測定勿須亦無法搶救之地域範圍。

關於人類由放射能而致死之原因，雖尚無明確解說，但不外由於：(1)造血機能之破壞，(2)因嚴重之白血球減少而併發之傳染，(3)繼發性細菌傳染及胃腸潰瘍。

胃腸所發生之頑固性腹瀉，嘔吐及腸粘膜潰瘍為極嚴重之病症，多數人因此而致脫水及酸中毒死亡。嚴重之白血球減少，持續1—3週，有利於身體任何部份發生傳染而形成敗血病。合併血小板缺乏之出血現象，可見於粘膜之潰瘍，創口，中樞神經系統，心，肺，腎上腺等處之致死性出血。治療有以下四原則：(1)防制傳染，給予適量之磺胺劑及青黴素；(2)保持體液維持酸鹼平衡；(3)阻止出血傾向；(4)矯正貧血，給血漿，全血。

習題討論

1. 原子彈能力所發生之損傷。
2. 放射能引起之全身症狀。
3. 放射能所引起之主要病理改變。
4. 放射能中毒之致死原因。
5. 原子彈損傷之預防及治療問題。

磷火彈傷

劉廷傑

磷火彈傷係由於磷燃燒後所發生之損傷，在現代戰爭中，多由於炸彈，砲彈，槍彈，燒夷彈等之彈殼內所含磷粉爆炸後，被彈片將磷

粉帶至人身體燃燒所引起。當磷粉貼在組織上如不加以迅速處理，則繼續燃燒，使負傷者發生嚴重之損傷。磷粉被血液吸收後能引起全身中毒，嚴重者發生休克，其死亡率很高。

磷之自然性極強，當其暴露在空中時，則爆發而燃燒。所以無論與任何易燃物件接觸即發生燃燒，更因磷易溶於脂肪，故與脂肪溶合後燃燒力更強，但其燃燒速度並不快。與組織接觸以後除由於其產生熱力所發生損傷外，更能產生磷酸對組織起腐蝕作用。

特徵及診斷

受傷時患者不感覺疼痛，但以後有劇痛，常引起休克。如迅速搶救則傷口很淺，呈乳白色乾枯，因傷口內散有磷粉，所以在黑夜中可以見到創口有白色螢光。在白天傷口呈灰色有白磷樣氣體，且有磷的氣味，或將患者移至黑暗處檢查之，亦可發現是否有磷存在。根據以上各特點則診斷不難。

預 防

1. 平時或戰前對戰士須進行磷火彈傷之急救教育。
2. 衣服穿著嚴密，盡量減少皮膚露出外面，如一旦衣服被磷火燒着，應速脫下水或尿澆滅，且不可用手腳或其他東西撲擊，以免擴大燃燒面。
3. 戰前須有以下之準備：(1)每人應帶有急救紗布色。(2)攜帶配好之2%硫酸銅溶液，以備沖洗傷口同濕敷傷口之用。

急 救

1. 急速將磷火燃燒之衣服脫去，撲滅後再穿著。
2. 立即用水熄滅在傷部燃燒之磷塊並使傷口保持濕潤。
3. 若攜帶有2%之硫酸銅溶液，用該液沖洗最佳，因磷與銅起作用形成不燃性之黑色磷化銅。
4. 將水或硫酸銅液濕透之消毒敷料蓋傷口上，必須保持敷料潮

濕，否則能使之再燃燒。

5. 絕對禁止在傷口上敷用油膏或凡士林紗布，以免加重其燒傷。

6. 在局部蓋上濕敷料後，速將能步行或能坐起之傷員送至附近之急救站或野戰醫院去作更進一步之治療。

7. 較重病例需要担架者，則應盡可能減少延誤時間，立刻直送至醫院，並在傷票上註明以便喚起醫師之注意而即刻施行治療。

治 療

(一) 局部治療：

1. 用鹼性溶液（約 4 公分重碳酸鈉溶於 500 c.c. 水內）充分沖洗患部，然後移至黑暗處嚴密檢查，看到發亮之磷光顆粒，儘可能用鑷子將其鉗出。

2. 傷口用 2% 硫酸銅溶液擦洗，可以在殘餘之磷粒上被覆蓋一層磷化銅的黑色沉澱物。在不傷及組織條件之下儘可能用鑷子或紗布除去一切磷的顆粒。

3. 將傷口在重碳酸鈉溶液浸泡一較長時間，浸泡時間可按傷口之大小而定。小傷口浸半小時，大傷口浸 1—2 小時，如果無適當器具作浸泡時，則用重碳酸鈉液反覆作濕敷。

4. 最後在黑暗中利用磷能發光重新作創口檢查，如磷光不復存在時，即按照普通燒傷加以包紮。如仍疑有磷可能存在時，則給重碳酸鈉液作持續性濕敷，每四小時更換一次，並暫留急救站或醫院內觀察。

5. 如有任何一點磷痕跡殘留於組織內時，則絕對不宜用凡士林紗布或油膏。因為油類是磷的溶劑，當有磷存在時，應用油類會引起因吸收而中毒之危險。

(二) 全身治療：

1. 預防與治療休克。

2. 補充體液，給注射 5—10% 葡萄糖溶液或生理鹽水。

8. 預防傳染給服用磺胺類藥及青黴素注射。

原子彈爆炸後之燒傷處理

根據廣島及長崎之統計，由於火傷而致死者約佔30—50%，因此關於此等傷者之處理非常重要，本文特再將此種損傷加以補充討論。

閃光燒傷(The Flash Burn)

此種損傷，由於在短期內身體表面吸收大量之輻射力(紅外線infra-red，紫外線ultraviolet)，所造成之結果。

此種原子彈閃火燒傷，關於皮膚破壞之情形很像普通火傷，燒傷若僅限於淺層皮膚與日晒斑相似(第一度)，或較深層則皮膚有水泡發生(第二度)。據日人觀察此種燒傷病例之報告，有劇烈之疼痛，與普通表層燒傷相似的現象。假若有多量之輻射力被吸收結果造成深層燒傷，隨後發生全層皮膚脫落，此種深層燒傷很像普通之第三度燒傷，無疼痛，此因為皮膚之感覺器官被熱力所損害。範圍較小之損傷，可以自動慢慢癒合，範圍較大之損傷則需要植皮以協助其癒合。

次要之燒傷為由於衣服着火之火焰損傷，或直接與已燃燒之房屋接觸而損傷。

每一炸傷患者除燒傷外，其他之併發損傷亦必需作詳細之檢查，此種併發損傷係由於炸彈爆炸時所引起，如撕裂傷，玻璃碎片之損傷，骨折(單純性或複雜性)，此種併發損傷是非常重大而不可忽視的，因為此種損傷可以增加病人之嚴重性，更由於併發血液損失而誘發休克，亦可能造成嚴重之傳染併發症。

燒傷病人之緊急處理

以下五點對於燒傷病人之緊急處理是非常重要的：(1)減輕疼痛，(2)緊急救傷，(3)預防及治療燒傷休克，(4)水分及電解質插入與排出之平衡維持，(5)預防傳染。(請參考火傷之治療篇)。

疼痛——原子彈爆炸後所引起之淺層皮膚閃光燒傷，最常見的

是損害暴露在衣服外面之兩手及面部。此種損傷極為疼痛，可用以下兩種方法來止痛：（1）給足量而不使過量之嗎啡注射，普通對於淺層及深層之燒傷給嗎啡₄喱（grain），（15mg），可待因（Codeine）1喱（0.03gm）即可以使痛減輕。（2）即刻用消毒敷料將傷口包紮，同時給病人內服少量之巴比土酸鹽（Barbiturate），以減去病人之恐懼心理。

緊急敷裹傷面——將受傷之創面立即用敷料加壓力包紮，此種方法應用極為方便，且免去常換藥之麻煩，減去病人因換藥所遭受之痛苦。對於淺層之損傷假若不發生傳染時，約7—28天即可痊癒，在此種受傷之下病人疼痛減輕，運送病人亦方便，並可免去傳染的危險。

預防及治療休克——早期燒傷發生休克之主要原因，由於紅血球及血漿流至燒傷組織內而使其容量減少。預防及治療燒傷休克之適當方法即是給足量的輸入血漿或全血，並輸入大量液體。

預防傳染及抗細菌療法——除一般給予適量之青黴素及磺胺劑外，對於接收大量加瑪線（gamma）及中子（Neutron）放射線損傷者，可以試給金黴素（Aureomycin）。

預防與救護問題

原子彈轟炸後所造成之燒傷如此嚴重，對於預防及救護事前必需有充分之準備，方可使死亡率減低。否則當任何城市遭受轟炸時，由於事前的無準備，使整個城市陷於混亂，驚惶狀態中，而犧牲許多不應當犧牲的生命。

所有的醫生對於燒傷的處理，全應有充分的瞭解，更應訓練大批的護士及急救人員，給以充分的訓練，使其明瞭如何應用簡單之敷傷方法，及嗎啡止痛，預防傳染等問題，如此可以免去醫療人員不足分配的困難。普通在爆炸區外圈2500—3000碼地區，除繼發之火焰燒傷外，主要是暴露在衣服外面之兩手及面部表層損傷，處理此種損傷即可委託急救人員，給以簡單之敷傷，減輕疼痛，預防燒傷部之傳染。

設立急救站，準備收容嚴重之燒傷，普通在距轟炸中心之中間區域1500—2500碼處，此處受傷之患者除有廣大之燒傷外尚有上面所說之併發損傷。此類患者需要立刻送到急救站，由熟練之醫生作詳細之檢查，及預防治療休克，燒傷之敷裹等重要處置，因此應有大量受過訓練的醫生來担任這種任務。在接近炸彈爆炸區其破壞及損傷極為顯著，但在此區域內仍有少數人員獲得劫後餘生，假若救護人員能大胆勇敢的搶救，則使此少數倖存的人員亦可獲得治療。

習題討論

1. 燒火彈傷之特點及診斷。
2. 燒火彈傷之急救。
3. 燒火彈傷之詳細治療步驟。