

項目完成報告

項目名稱

香港馬氏貝珍珠粉的排毒功能研究

項目編號：**FEF2021003**

行政摘要

珍珠粉（珍珠貝殼粉末）是一種著名的傳統礦物藥物，據報導，幾個世紀以來許多國家都將其用於健康和治療各種疾病。珍珠粉也被用作化妝品、抗衰老物質和促進傷口癒合過程[1]。傳統上，藥用珍珠以粉末的形式使用，通過將天然珍珠精細粉碎和粉碎獲得，以提高成分的生物利用度。在中藥中，它被用作抗炎和解毒劑，以及作為鬆弛劑[2]。在阿育吠陀醫學中，據說珍珠是毒藥的解毒劑 [3]。

儘管珍珠粉已在許多國家用於醫療和美容已有數百年曆史，但在世界各地的實驗室中確實缺乏系統性的方法來研究珍珠粉的功能。明顯地，關於珍珠粉提取物的健康益處，還有很多值得探索的地方。在這項研究中，我們的目標是研究珍珠粉在解毒食物鏈中積累的金屬毒素中的保護作用。

現代，對作治療用途的天然化合物的研究確實不足，大多數天然化合物的潛在功效還有待探索。本研究旨在評估珍珠粉的保護作用並探討其可能的機制。這些功效更像是一個民間傳說，主要由中國和阿育吠陀醫學的農村從業者使用，並沒有堅實或只有有限的研究支持。深入研究珍珠粉在體內動物模型中的解毒生理功能及其抗氧化特性，將為探索更多天然產物作為治療藥物鋪路。

最常見的有毒金屬，如鋁、鉛、汞和六氯苯，會通過食物網進入人體。金屬的積累會導致神經毒素、阿爾茨海默病 (AD)、大腦和腎臟疾病等疾病。自由基在誘導脂質、蛋白質和 DNA 氧化方面起著至關重要的作用，並對健康造成不良影響 [4-7]。這項研究將通過動物模型為使用珍珠粉解毒積累的金屬毒素提供直接的科學證據。

項目概要

在這個項目中，我們希望研究口服珍珠粉在以排毒促進健康方面的功效。珍珠粉的這種作用在中醫和阿育吠陀醫學中普遍宣傳和使用，但沒有足夠的科學證據（體外或體內研究）來支持這一說法。具體來說，我們將研究珍珠粉對包括鋁、鉛、汞和六氯苯在內的化學物質的解毒作用。眾所周知，如果人們接觸這些化學物質會導致嚴重的健康問題，並且它們很容易通過人們所攝取的食物和水被人體吸收。該項目的第一個目標是提供重大的證據，證明珍珠粉在小鼠模型中對這些重金屬/化學物質的解毒方面的健康益處。

項目完成時間表（與擬議的工作計劃比較）

工作計劃表

	擬議完成日期 (月/年)	工作進度	實際完成時間
第一個項目里程碑 (項目開始的第3個月)	10/2021	測試珍珠粉在小鼠模型對鉛的排毒功效	延遲至3月完成
第二個項目里程碑 (項目開始的第6個月)	01/2022	測試珍珠粉在小鼠模型對鉛的排毒功效	延遲至5月完成
第三個項目里程碑 (項目開始的第9個月)	04/2022	測試珍珠粉在小鼠模型對汞的排毒功效	延遲至5月完成
第四個項目里程碑 (項目開始的第12個月)	06/2022	測試珍珠粉在小鼠模型對六氯苯的排毒功效	於6月完成

項目目的及影響（效益）評估項目成果

項目效益評估

我們現在用的馬氏珍珠貝殼的珍珠層就是法定中藥，主要用於美容護膚和中藥方面，其實不單止在中國，日本亦有用珍珠粉作為傳統藥物、護膚美容，在印度及歐洲珍珠粉更一直是自然療法的傳統藥物，圖一是常見的珍珠粉價格，可見珍珠粉是名貴的中藥。

圖一：市場常見的珍珠粉價格

品牌	余仁生	同仁堂	位元堂	百成堂	鴻運	永明製藥	怡安堂	千琦真珠	日本網站*
價錢/克	\$108	\$100	\$92	\$67	\$47	\$44	\$39	\$14	\$17

* <https://wawaza.com/products/ultra-fine-japanese-akoya-nacre-pearl-powder/>

根據甄華達博士在2019年，發表的一份期刊論文 (Problems and prospects of revitalizing marine pearl cultivation in highly urbanized coasts: A case study of Tolo Harbour in Hong Kong)，香港潛在的珍珠粉生產能力有580萬美元。這仍未計算用珍珠粉可生產的化妝品、中成藥及保健品。

在這個項目中，我們提供證據證明珍珠粉對這些重金屬/化學物質在小鼠模型中的解毒具有健康益處。研究結果將為研究珍珠粉對人體健康的治療潛力提供科學依據。

實驗過程圖片-

珍珠貝殼粉末的準備

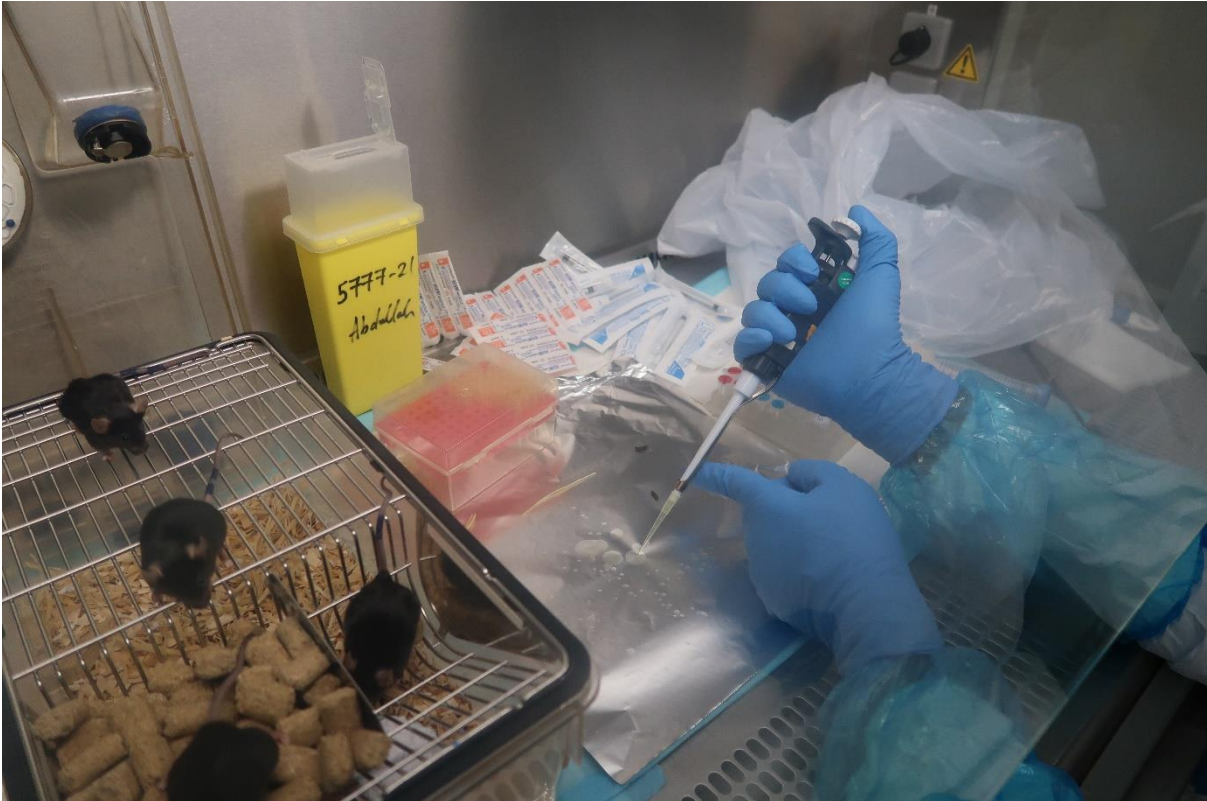




動物房



尿液和糞便採集



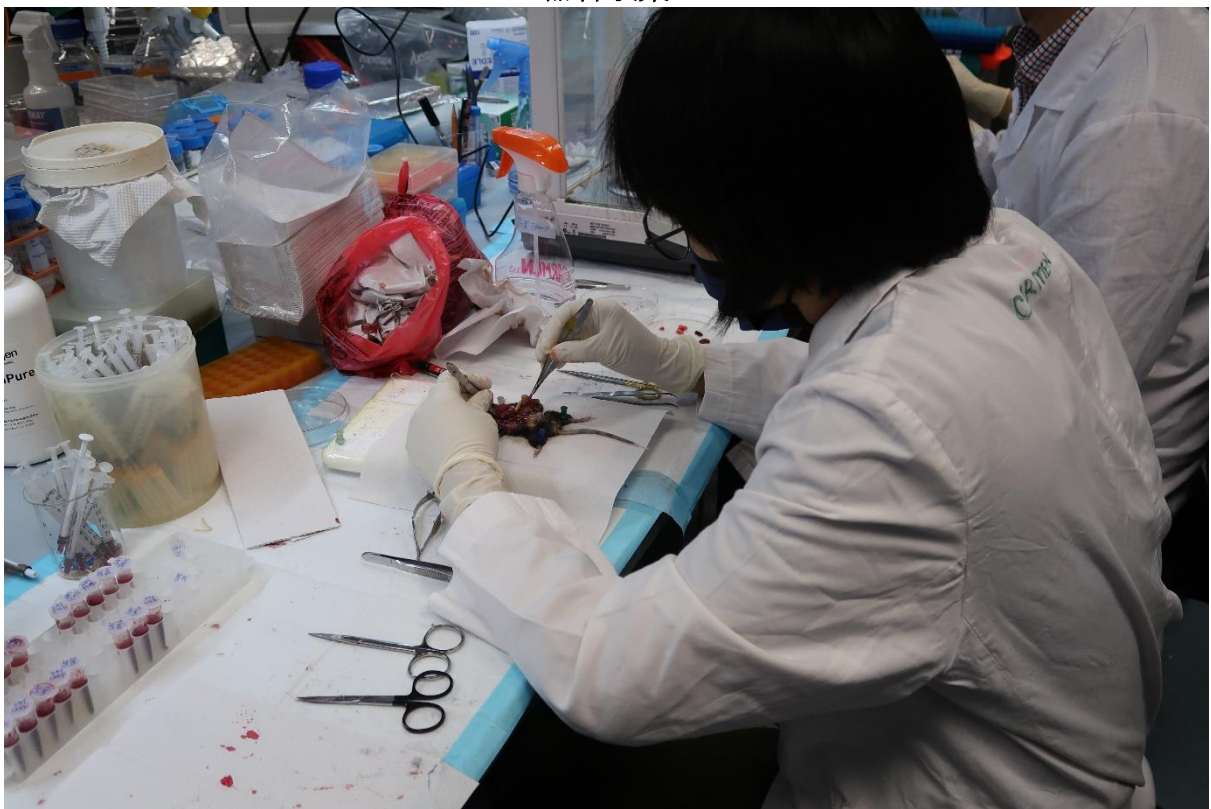


心臟穿刺/採血

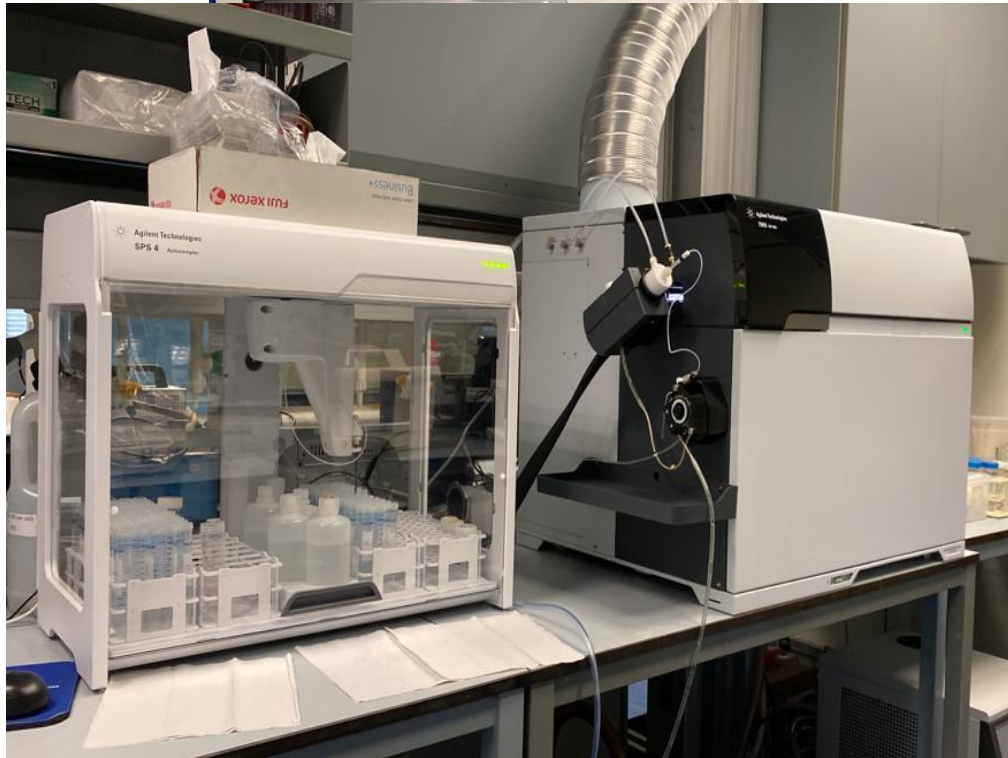
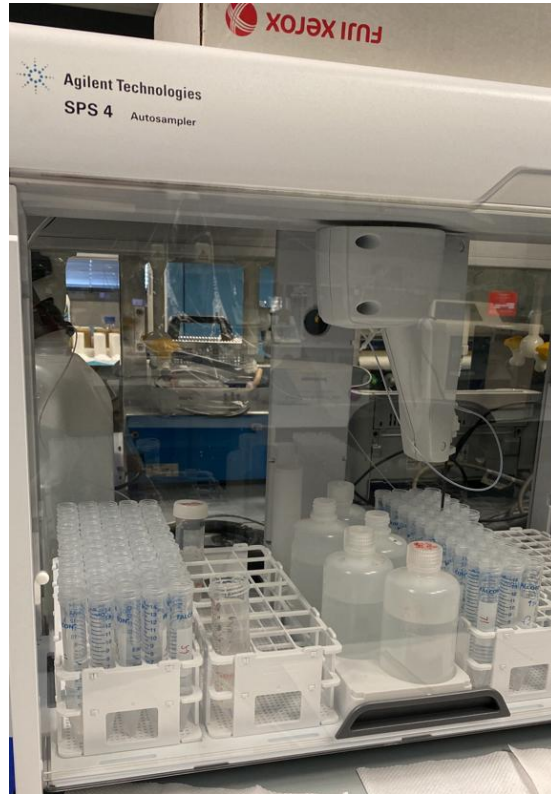




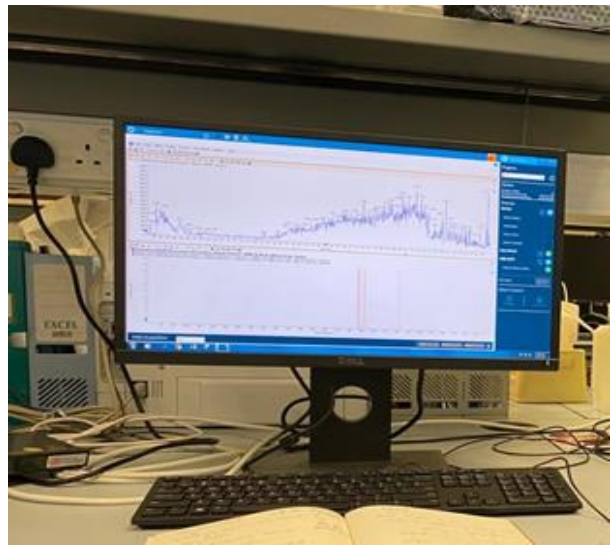
器官收集



感應耦合電漿質譜儀



液相層析儀-質譜儀分析



結果與討論

我們使用了年齡在 8-12 週之間、體重在 20-25 克之間的 C57BL/6J 小鼠，每組 5 只動物。我們總共包括 5 組動物，即 3 個治療組、1 個無治療組和 1 個對照組。採用氯化汞、醋酸鉛、硝酸鋁和六氯苯為 4 組小鼠給藥，建立重金屬/有毒化學品動物模型。之後將珍珠粉分別以 100、300、500 mg/kg b.w 的不同劑量分別口服給予三組動物。無治療組給予對照的賦形劑(Tween 20)。在治療期結束時，收集尿液和糞便以與無治療組動物相比被消除或螯合的金屬/化學物質的濃度。

圖 1 (金屬/化學物質的清除)

a)

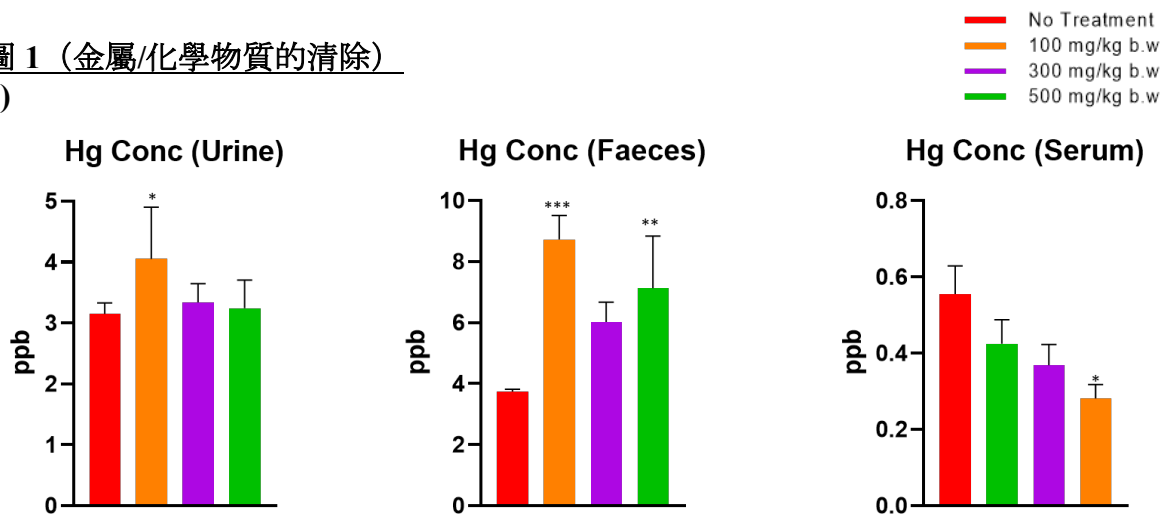


圖 1a-

珍珠粉治療對清除小鼠體內汞(Hg)的效果。在無治療組中，重金屬汞通過口服管飼以 0.15 mg/kg b.w/day 的劑量給藥，持續 10 天。在珍珠粉治療組中，小鼠用珍珠粉以 100、300、500 mg.kg b.w 3 種不同劑量治療，同時給予汞，持續 10 天。10 天後，通過 ICP-MS 分析尿液、糞便和血清的汞清除情況。數據代表平均值±SEM，n = 5。尿液和糞便中的汞濃度顯著增加，表明已從體內排出。此外，與無治療組相比，珍珠粉治療組小鼠血清中的汞濃度顯著降低。此統計分析使用單因素方差分析進行， $p^* < 0.05$ ， $p^{**} < 0.01$ ， $p^{***} < 0.001$ vs 無治療組。

b)

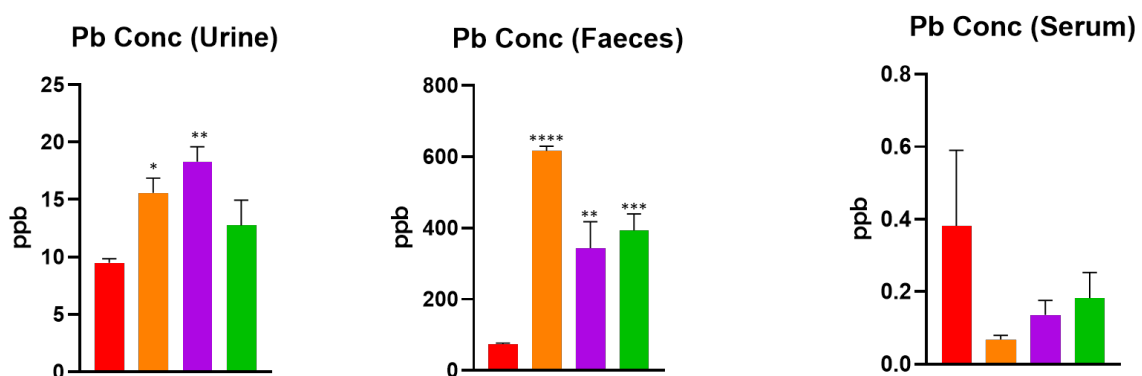


圖 1b-

珍珠粉治療對清除小鼠體內鉛(Pb)的效果。在無治療組中，通過飲用水以每升 1000 ppm 的劑量施用重金屬鉛，持續 30

天。在珍珠粉治療組中，小鼠分別用100、300、500 mg.kg b.w的3個不同劑量的珍珠粉與含鉛飲用水一同治療30天。30天後，通過ICP-MS分析尿液、糞便和血清中的鉛清除情況。數據代表平均值±SEM，n = 5。尿液和糞便中鉛的濃度顯著增加，表明已從體內排出。此外，與無治療組相比，珍珠粉治療組小鼠血清中的鉛濃度顯著降低。此統計分析使用單因素方差分析進行， $p^* < 0.05$ ， $p^{**} < 0.01$ ， $p^{***} < 0.001$ ， $p^{****} < 0.0001$ vs 無治療組。

c)

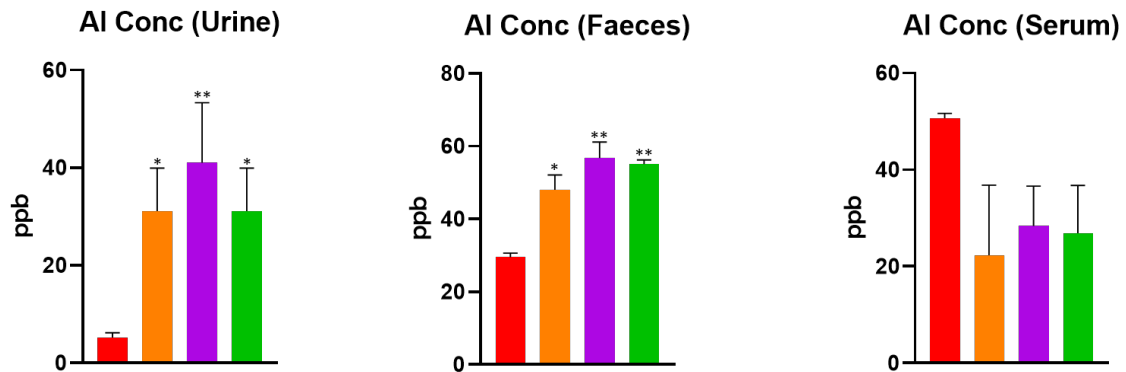


圖1c-珍珠粉治療對清除小鼠體內鋁(Al)的效果。

在無治療組中，重金屬鋁以1000 mg/kg b.w的劑量通過口服管飼給藥5週。在珍珠粉治療組中，小鼠分別給予100、300、500 mg.kg b.w 3個不同劑量的珍珠粉，同時給予鋁5週。5週後，通過ICP-MS分析尿液、糞便和血清的鋁清除情況。數據代表平均值±SEM，n=5。尿液和糞便中鋁的濃度顯著增加，表明已從體內排出。此外，與無治療組相比，珍珠粉治療組小鼠血清中鋁的濃度顯著降低。此統計分析使用單因素方差分析進行， $p^* < 0.05$ ， $p^{**} < 0.01$ vs 無治療組。

d)

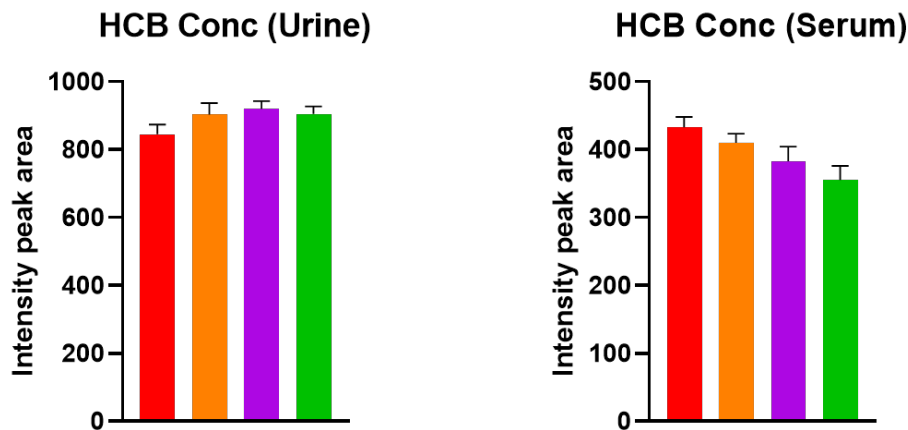


圖1d-珍珠粉治療對經六氯苯處理小鼠的腎功能的效果。在無治療組中，六氯苯以5 mg/kg b.w 的劑量通過口服管飼給藥 5 天。在珍珠粉治療組中，小鼠在給予六氯苯2週後分別給予100、300、500mg.kg b.w 3個不同劑量的珍珠粉。2 週後，通過LCMS-MS分析尿液、糞便和血清中六氯苯的清除情況。數據代表平均值±SEM，n = 5。尿液和糞便中六氯苯的濃度沒有顯著增加，表明沒有從體內排出。此外，與無治療組相比，珍珠粉治療組小鼠血清中六氯苯的濃度沒有降低。

總結

從圖 1a 中，我們觀察到在 100 mg/kg 劑量的珍珠粉下，小鼠體內的汞顯著地去除。此外，在 300 和 500 mg/kg 劑量組的動物中，我們觀察到汞通過尿液和糞便排出，但與 100 mg/kg 相比不顯著。當分析血清中的汞濃度時，數據顯示珍珠粉治療組100、300和500mg/kg 與無治療組相比汞濃度降低。該結果表明，對汞中毒動物進行珍珠粉治療有助於顯著去除體內的汞。

圖1b，我們可以看到珍珠粉所有治療組的尿液和糞便中鉛的去除了顯著，但100 mg/kg小鼠的金屬去除率和血清血鉛濃度降低顯著。即使在 300 和 500 mg/kg 劑量下，與無治療組相比，通過尿液和糞便的排出增加，血清中鉛的濃度也有所降低。該結果顯示了珍珠粉治療對中毒小鼠鉛的解毒效果。

在圖 1c 中，我們可以看到與無治療組相比，300、500 mg/kg 劑量組通過尿液和糞便排出的鋁顯著地較高。此外，與無治療的小鼠相比，珍珠粉治療組100、300和500mg/kg劑量組血清中鋁金屬的濃度較低。

在圖1d中，我們沒有看到珍珠粉治療在動物中通過尿液、糞便去除六氯苯中毒的效果。此外，與無治療組相比，血清中化學物質的濃度沒有顯著差異。總體而言，數據顯示了珍珠粉在體內的重金屬（汞、鉛、鋁）螯合作用。珍珠粉治療的小鼠通過尿液和糞便排出大量重金屬。此外，血清中的低水平重金屬表明這些重金屬已從體內清除。

圖 2 (腎功能)

a)

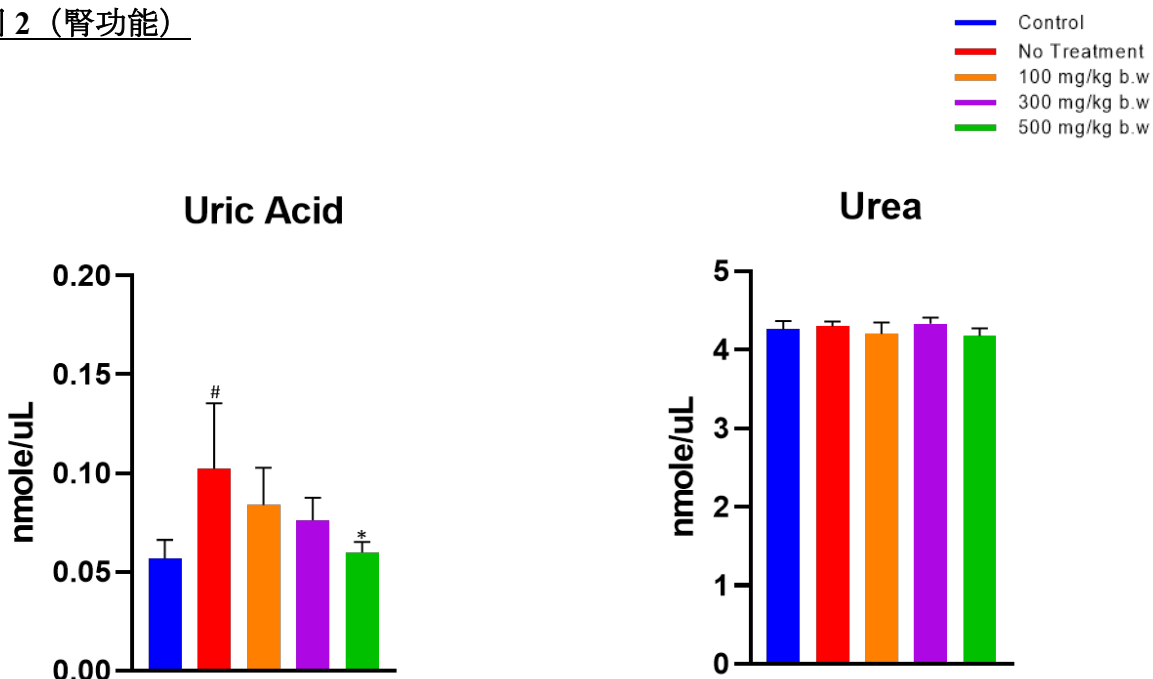


圖2a-珍珠粉治療對經汞處理小鼠腎功能的效果。

在無治療組中，重金屬汞通過口服管飼以 0.15 mg/kg b.w/day 的劑量給藥，持續 10 天。在珍珠粉治療組中，小鼠用珍珠粉以 100、300、500 mg.kg b.w 3 種不同劑量處理，同時給予汞，持續 10 天。對照組小鼠不接受任何汞和珍珠粉。10 天後，測定血清中的尿酸和尿素。數據代表平均值±SEM，n = 5。與對照組相比，無治療組的尿酸水平顯著升高 (#<0.05)。與無治療組相比，500 mg/kg b.w 珍珠粉治療的小鼠尿酸水平顯著降低 (* < 0.05)。小鼠尿素水平沒有觀察到顯著差異。此統計分析使用單向方差分析進行。

b)

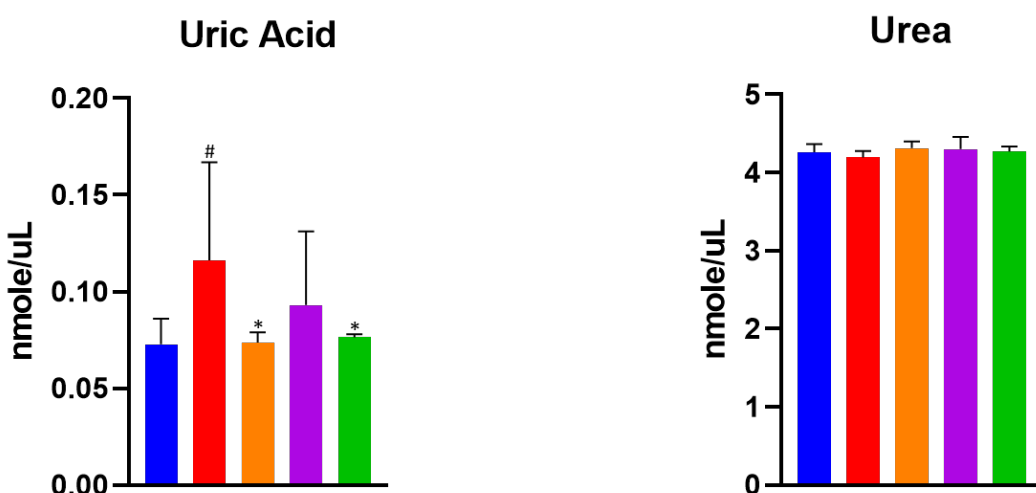


圖2b-珍珠粉治療對經鉛處理小鼠腎功能的效果。

在無治療組中，通過飲用水以每升 1000 ppm 的劑量施用重金屬鉛，持續 30 天。在珍珠粉治療組中，小鼠用珍珠粉以100、300、500 mg/kg b.w 3個不同劑量同時給予鉛水治療30天。對照組小鼠不接受任何鉛和珍珠粉。30 天後，測定血清中的尿酸和尿素。數據代表平均值±SEM，n = 5。

與對照組相比，無治療組的尿酸水平顯著升高 ($\# < 0.05$)。與無治療組相比，100 和 500 mg/kg b.w 珍珠粉治療的小鼠的尿酸水平顯著降低 ($* < 0.05$)。小鼠尿素水平沒有觀察到顯著差異。此統計分析使用單向方差分析進行。

c)

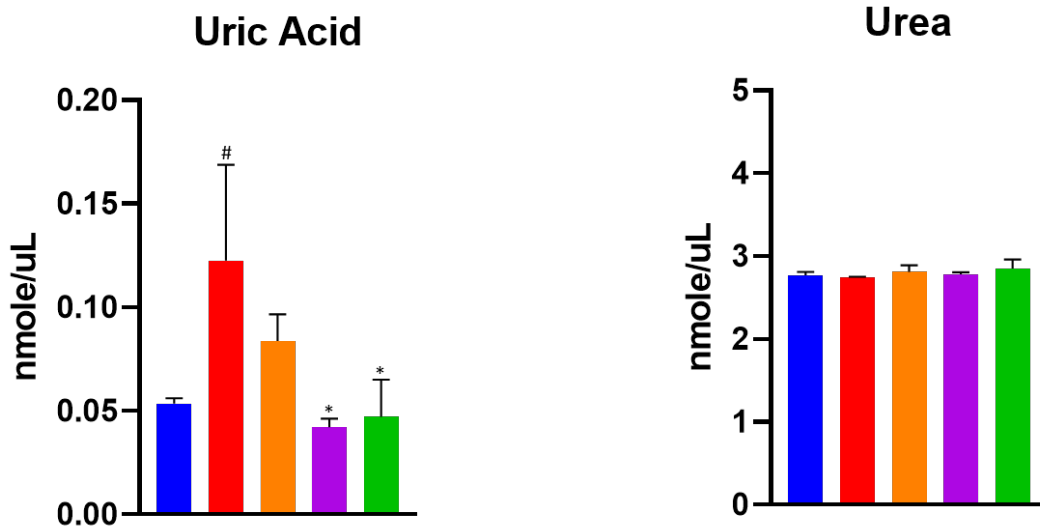


圖2c珍珠粉治療對經鋁處理小鼠腎功能的効果。在無治療組中，重金屬鋁以 1000 mg/kg b.w 的劑量通過口服管飼給藥 5 週。

在珍珠粉治療組中，小鼠分別給予100、300、500 mg.kg b.w

3個不同劑量的珍珠粉，同時給予鋁5週。對照組小鼠不接受任何鋁粉和珍珠粉。

5週後，測定血清中的尿酸和尿素。數據代表平均值 \pm SEM, n = 5。

與對照組相比，無治療組的尿酸水平顯著升高 ($\# < 0.05$)。與無治療組相比，300 和 500 mg/kg b.w 珍珠粉治療的小鼠的尿酸水平顯著降低 ($* < 0.05$)。

小鼠尿素水平沒有觀察到顯著差異。此統計分析使用單向方差分析進行。

d)

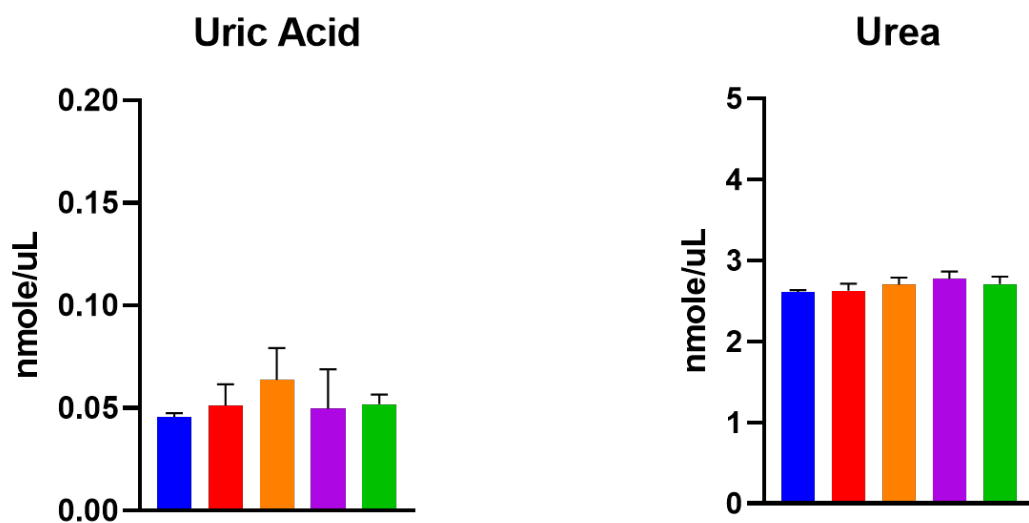


圖2d-珍珠粉治療對經六氯苯處理小鼠腎功能的効果。在無治療組中，六氯苯以 5 mg/kg b.w 的劑量通過口服管飼給藥 5 天。

在珍珠粉治療組中，小鼠在給予六氯苯2週後分別給予100、300、500mg.kg b.w 3個不同劑量的珍珠粉。對照組小鼠不接受任何六氯苯和珍珠粉。2週後，測量血清中的尿酸和尿素水平。數據代表平均值±SEM，n = 5。小鼠的尿酸和尿素水平沒有觀察到顯著差異。此統計分析使用單向方差分析進行。

圖 3 (肝功能)
a)

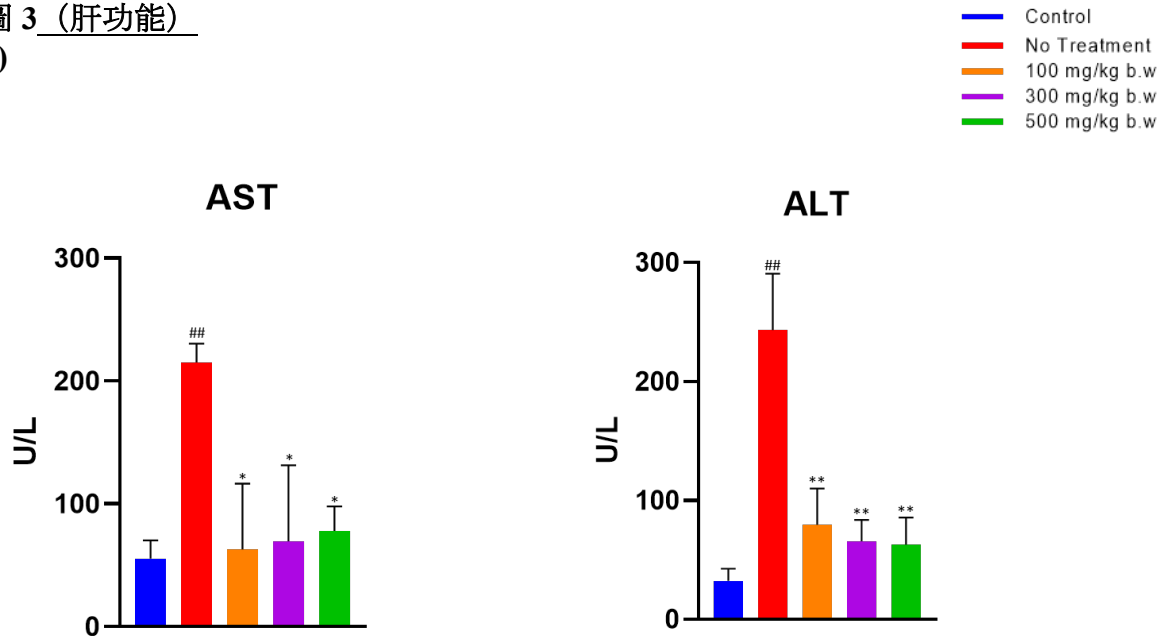


圖3a-

珍珠粉治療對經汞處理小鼠肝功能的**效果**。在無治療組中，重金屬汞通過口服管飼以0.15 mg/kg b.w/day的劑量給藥，持續10天。在珍珠粉治療組中，小鼠用珍珠粉以100、300、500 mg.kg b.w 3種不同劑量給藥，同時給予汞，持續10天。對照組小鼠不接受任何汞和珍珠粉。

10天後，測定血清中的天冬氨酸轉氨酶(AST)和丙氨酸轉氨酶(ALT)等肝酶。數據代表平均值±SEM，n = 5。

與對照組相比，無治療組的AST和ALT水平顯著升高 (##<0.01)。

與無治療組相比，珍珠粉治療的小鼠的AST (* < 0.05) 和 ALT (** < 0.01) 水平顯著降低。此統計分析使用單向方差分析進行。

b)

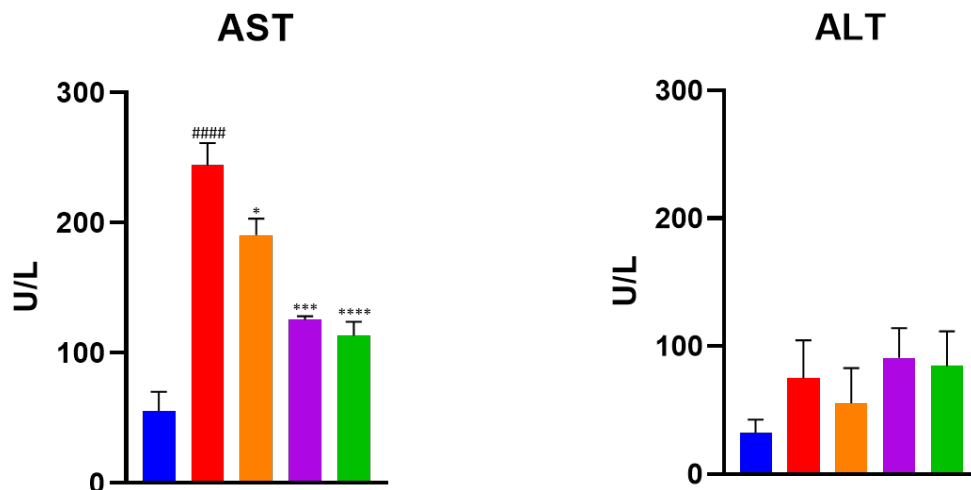


圖3b-珍珠粉治療對經鉛處理小鼠肝功能的効果。

在無治療組中，通過飲用水以每升 1000 ppm 的劑量施用重金屬鉛，持續 30 天。在珍珠粉治療組中，小鼠用珍珠粉以100、300、500mg.kg b.w 3個不同劑量同時給予鉛水治療30天。對照組小鼠不接受任何鉛和珍珠粉。30天後，測定血清中的天冬氨酸轉氨酶（AST）和丙氨酸轉氨酶（ALT）等肝酶。數據代表平均值±SEM，n = 5。與對照組相比，無治療組的 AST 水平顯著增加 (####< 0.0001)。與無治療相比，珍珠粉治療的小鼠的 AST 水平顯著降低 (* < 0.05, ***<0.001, ****<0.0001)。小鼠的ALT水平沒有觀察到顯著差異。此統計分析使用單向方差分析進行。

c)

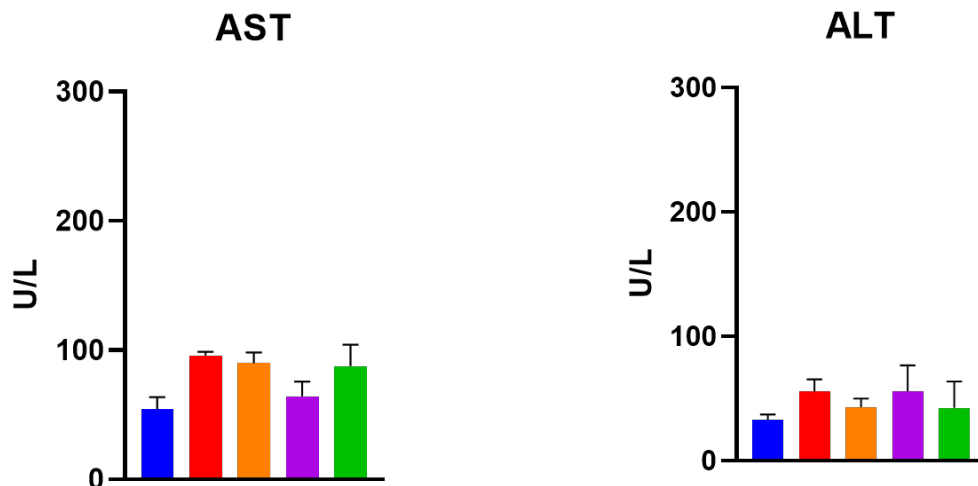


圖3c-珍珠粉治療對經鋁處理小鼠肝功能的効果。在無治療組中，重金屬鋁以 1000 mg/kg b.w 的劑量通過口服管飼給藥 5 週。

在珍珠粉治療組中，小鼠用珍珠粉以100、300、500mg.kg b.w 3個不同劑量給藥，同時給予鋁5週。對照組小鼠不接受任何鋁和珍珠粉。5週後，測定血清中的天冬氨酸轉氨酶（AST）和丙氨酸轉氨酶（ALT）等肝酶。數據代表平均值±SEM，n = 5。小鼠體內AST和ALT水平無顯著差異。此統計分析使用單向方差分析進行。

d)

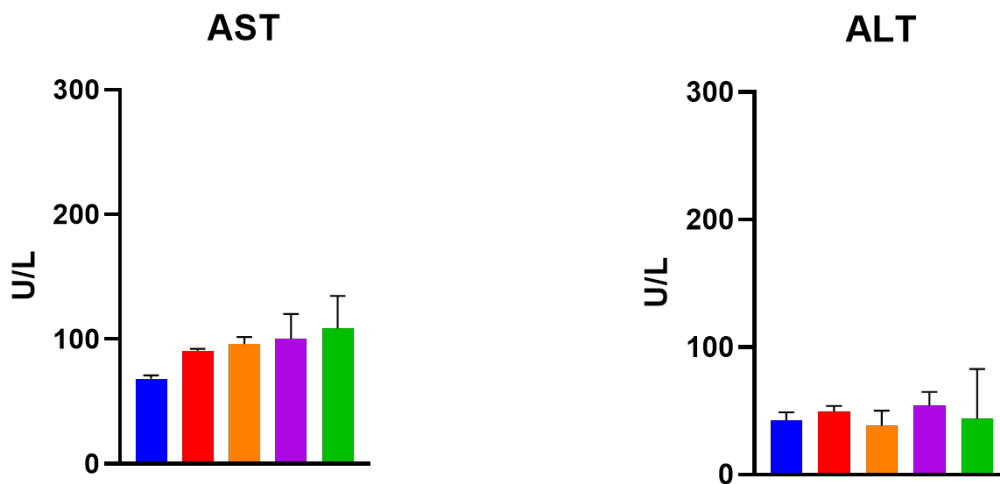


圖3d-珍珠粉治療對經六氯苯處理小鼠肝功能的影響。在無治療組中，六氯苯以 5 mg/kg b.w 的劑量通過口服管飼給藥 5 天。在珍珠粉治療組中，小鼠在給予六氯苯 2 週後分別給予 100、300、500 mg/kg b.w 3 個不同劑量的珍珠粉。對照組小鼠不接受任何六氯苯和珍珠粉。2 週後，測定血清中的天冬氨酸轉氨酶（AST）、丙氨酸轉氨酶（ALT）等肝酶。數據代表平均值±SEM，n = 5。小鼠體內 AST 和 ALT 水平無顯著差異。此統計分析使用單向方差分析進行。

總結

基於重金屬能損害體內的腎臟和肝臟，我們透過分析血清來評估腎臟和肝臟功能。

在圖 2a

中，我們可以看到與對照組（無汞，無珍珠粉治療）相比，無治療組（汞，未使用珍珠粉治療）的尿酸水平顯著增加。與無治療組相比，在 100 和 500 mg/kg b.w 珍珠粉治療的小鼠中，尿酸水平顯著降低。小鼠尿素水平沒有觀察到顯著差異。

圖 2b

顯示，與對照組（無鉛，無珍珠粉治療）相比，無治療組（鉛，無珍珠粉治療）的尿酸水平顯著增加。與無治療組相比，100 和 500 mg/kg b.w 珍珠粉治療的小鼠的尿酸水平顯著降低。小鼠尿素水平沒有觀察到顯著差異。

圖

2c。與對照組（無鋁，無珍珠粉治療）相比，無治療組（鋁，無珍珠粉處理）的尿酸水平顯著增加。與無治療組相比，300 和 500 mg/kg b.w

珍珠粉治療的小鼠的尿酸水平顯著降低。小鼠尿素水平沒有觀察到顯著差異。在圖 2d

中可以看出，無治療（六氯苯）和珍珠粉治療組小鼠的尿酸和尿素水平沒有顯著差異。

。從圖 3a

可以看出，與對照組（無汞，無珍珠粉治療）相比，無治療組（汞，無珍珠粉治療）的 AST 和 ALT 水平顯著增加。與無治療組相比，以 100、300 和 500 mg/kg b.w 劑量的珍珠粉治療的小鼠的 AST 和 ALT 水平顯著降低。

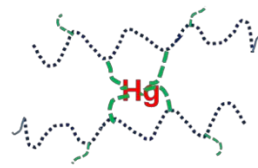
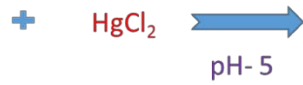
圖 3b

顯示，與對照組（無鉛，無珍珠粉治療）相比，無治療組（鉛，無珍珠粉治療）的

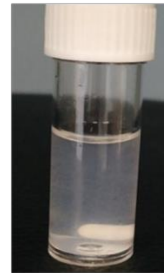
AST 水平顯著增加。與無治療組相比，以 100、300 和 500 mg/kg b.w 劑量的珍珠粉治療的小鼠的 AST 水平顯著降低。無治療組和治療組小鼠的 ALT 水平無顯著差異。從圖 3c 和圖 3d 中我們沒有觀察到小鼠的 AST 和 ALT 水平任何顯著差異，這意味著鋁和六氯苯不影響肝功能。此外，與無治療組相比，珍珠粉處理的小鼠血清中的尿酸、尿素、AST 和 ALT 水平降低。這表明珍珠粉對肝臟和腎臟器官的重金屬毒性具有保護作用。

圖4

a)



100mg Pearls extract in 3ml of H_2O
Clear solution



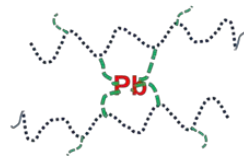
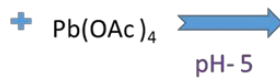
100mg Pearls extract and 50mg of HgCl_2
in 3ml of H_2O

Precipitated, it indicates formation of complex

圖 4 a)

珍珠粉和汞絡合物的物理特性。將珍珠粉的透明溶液和汞混合並培養3小時，我們觀察到沉澱形成，這表明珍珠粉與汞結合。

b)



100mg Pearls extract and 50mg of
 $\text{Pb}(\text{OAc})_4$ in 3ml of H_2O

Initially Clear solution



100mg Pearls extract and 50mg of $\text{Pb}(\text{OAc})_4$ in
3ml of H_2O

After 3hr Precipitated

圖 4 b)

珍珠粉和鉛絡合物的物理特性。將珍珠粉的透明溶液和鉛混合並培養3小時，我們觀察到沉澱形成，這表明珍珠粉與鉛結合。

c)



100mg Pearls extract and 50mg of AlCl_3 in 3ml of H_2O

Initially Clear solution



100mg Pearls extract and 50mg of AlCl_3 in 3ml of H_2O

After 3hr Precipitated

圖

4

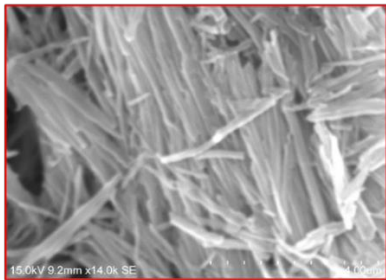
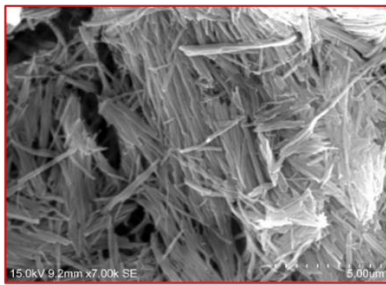
c)

珍珠粉和鋁絡合物的物理特性。將珍珠粉的透明溶液和鋁混合並培養3小時，我們觀察到沉澱形成，這表明珍珠粉與鋁結合。

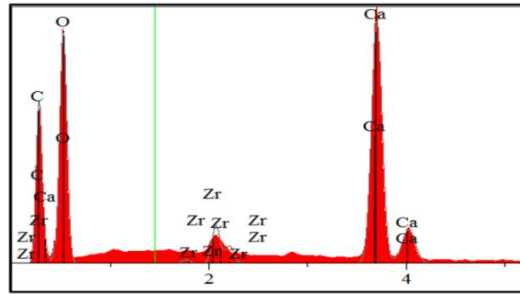
圖 5 (表徵)

a)

Characterization Pearls Extract



SEM images of Pearls Extract



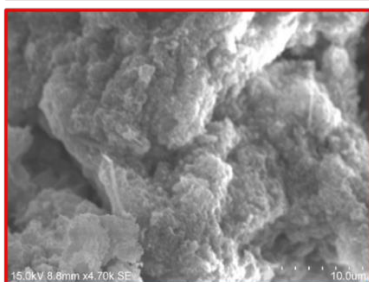
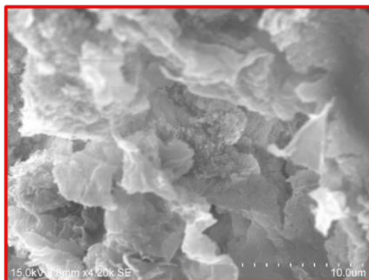
Elements	Concentration	Units
C	12.396	wt.%
O	41.959	wt.%
Ca	39.484	wt.%
Zr	6.160	wt.%
Total	100.000	Wt.%

EDX spectrum of Pearls Extract

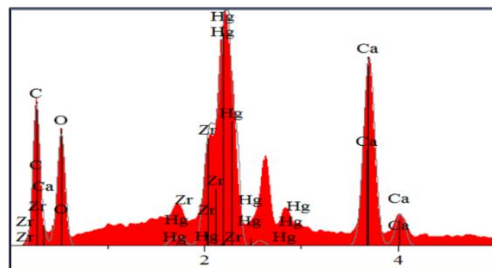
圖 5a 珍珠粉提取物的定量分析。

b)

Characterization Pearls Extract with HgCl₂



SEM images of Pearls Extract with HgCl₂



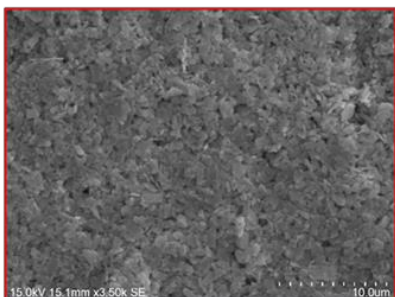
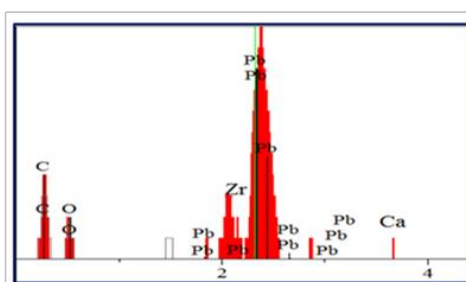
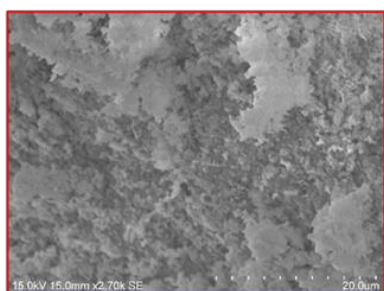
Elements	Concentration	Units
C	13.574	wt.%
O	17.223	wt.%
Ca	29.124	wt.%
Zr	18.054	wt.%
Hg	22.024	wt.%
Total	100.000	Wt.%

EDX spectrum of Pearls Extract with HgCl₂

圖 5b 珍珠粉和汞絡合物中的重金屬的定量分析。

c)

Characterization Pearls Extract with $\text{Pb}(\text{OAc})_4$



Elements	Concentration	Units
C	29.201	wt. %
O	21.117	wt. %
Ca	22.002	wt. %
Zr	15.673	wt. %
Pb	12.007	wt. %
Total	100.000	Wt. %

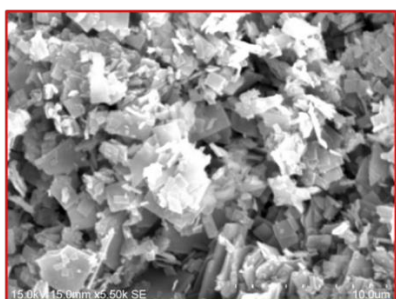
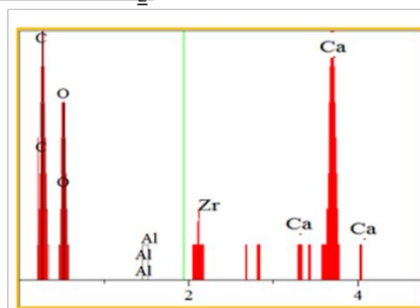
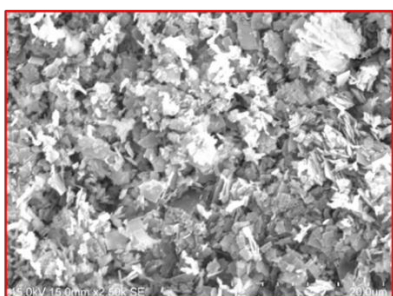
SEM images of Pearls Extract with $\text{Pb}(\text{OAc})_4$

EDX spectrum of Pearls Extract with $\text{Pb}(\text{OAc})_4$

圖 5c 珍珠粉和鉛絡合物中的重金屬的定量分析。

d)

Characterization Pearls Extract with AlCl_3



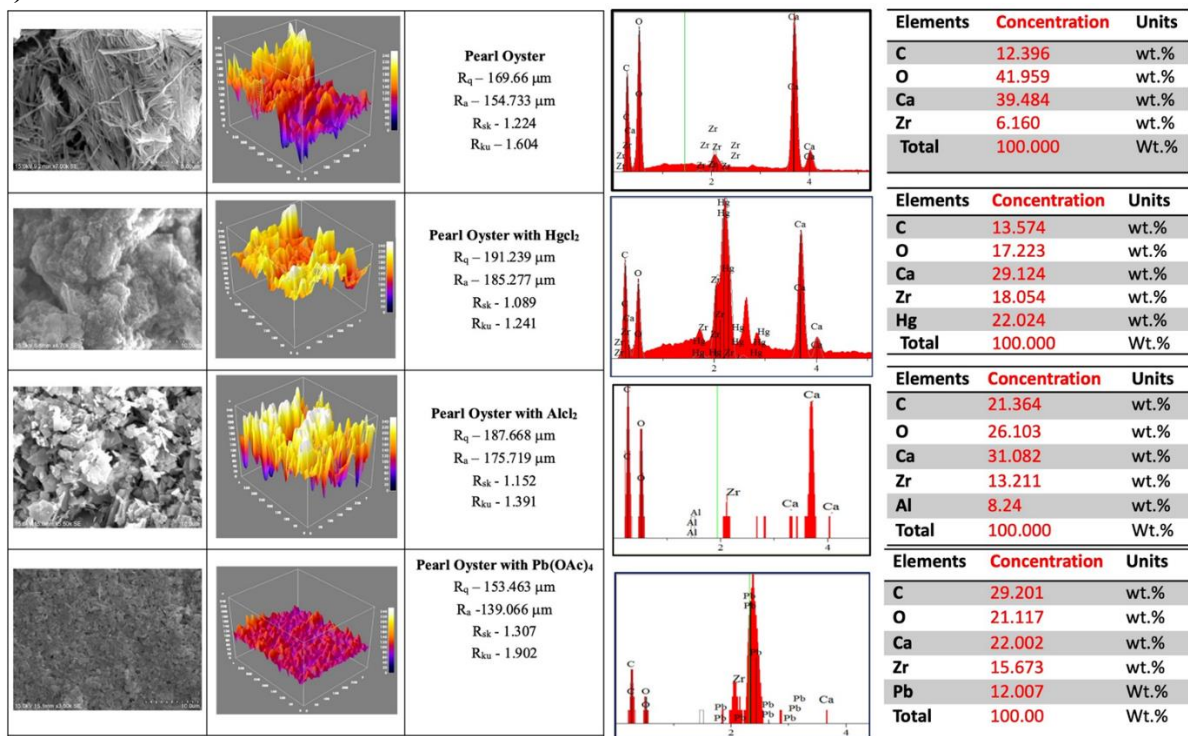
Elements	Concentration	Units
C	21.364	wt. %
O	26.103	wt. %
Ca	31.082	wt. %
Zr	13.211	wt. %
Al	8.24	wt. %
Total	100.000	Wt. %

SEM images of Pearls Extract with AlCl_3

EDX spectrum of Pearls Extract with AlCl_3

圖 5d 珍珠粉和鋁絡合物中的重金屬的定量分析。

e)



Roughness and EDX analysis of FESEM images of Pearl oyster shells under different conditions

圖 5e 不同條件下珍珠貝殼的場發射掃描電子顯微鏡 (FESEM) 圖像的粗糙度和能量色散 X 射線光譜(EDX)分析。

總結

在珍珠粉重金屬螯合活性的體外研究中，我們觀察了珍珠粉提取物的纖維形態。在與汞、鉛和鋁混合時，我們觀察到珍珠粉提取物的表面形態和厚度發生了顯著變化。掃描電子顯微鏡圖像顯示形態變化，而汞和珍珠粉形成混濁外觀，鉛和珍珠粉形成均勻分佈，鋁和珍珠粉形成晶體狀表面。

圖 4-5 顯示了珍珠粉提取物螯合汞、鋁和鉛的初步跡象。這通過金屬-珍珠粉末提取物複合物的粗糙度估計和能量色散 X 射線光譜 (EDX 光譜) 進一步驗證。數據顯示珍珠粉提取物螯合了大量重金屬。

結論

根據我們的初步數據，我們觀察到高達 500 mg/kg

b.劑量的珍珠粉對汞、鉛和鋁等重金屬的解毒效果更好。而對六氯苯類化合物的解毒沒有作用。這項研究敏銳地看到了珍珠粉對食物鏈中積累的汞、鉛、鋁和六氯苯的解毒作用。

1. Yang, H.L., et al., *Antihemolytic and antioxidant properties of pearl powder against 2,2'-azobis(2-amidinopropane) dihydrochloride-induced hemolysis and oxidative damage to erythrocyte membrane lipids and proteins*. J Food Drug Anal, 2017. **25**(4): p. 898-907.
2. NI, M.A.O.S., *The Natural Health Dictionary: Your comprehensive A-to Z guide for healing with herbs, nutrition, supplements, and secret remedies*. 2011: Ask Dr. Mao.
3. Gröber, U., J. Schmidt, and K. Kisters, *Magnesium in Prevention and Therapy*. Nutrients, 2015. **7**(9): p. 8199-226.
4. Garcia-Sevillano, M.A., et al., *Biological interactions between mercury and selenium in distribution and detoxification processes in mice under controlled exposure. Effects on selenoprotein*. Chem Biol Interact, 2015. **229**: p. 82-90.
5. Reed, L., V. Buchner, and P.B. Tchounwou, *Environmental toxicology and health effects associated with hexachlorobenzene exposure*. Rev Environ Health, 2007. **22**(3): p. 213-43.
6. Wani, A.L., A. Ara, and J.A. Usmani, *Lead toxicity: a review*. Interdisciplinary toxicology, 2015. **8**(2): p. 55-64.
7. Kakkar, V. and I.P. Kaur, *Evaluating potential of curcumin loaded solid lipid nanoparticles in aluminium induced behavioural, biochemical and histopathological alterations in mice brain*. Food Chem Toxicol, 2011. **49**(11): p. 2906-13.

聲明

1. 本人特此向漁業提升基金管理委員會及包含增補基金在內的相關基金的督導委員會作出以下不可撤回的聲明：本完成報告已就涉及的所有由第三方擁有的數據及資料適當地列明了相關的資料來源，而本機構已就使用及公開發布此等數據及資料獲得所需的授權。
2. 本報告內所表達的任何意見、結果、結論或建議，不一定反映漁業提升基金或基金信託人的立場。

項目負責人姓名：鄒國昌教授

項目負責人簽署：