

# **香港第二次总膳食研究报告：**

## **高氯酸盐**

香港特别行政区政府  
食物环境卫生署  
食物安全中心  
2025 年 12 月

本報告書由香港特別行政區政府食物環境衛生署食物安全中心發表。未經食物安全中心書面許可，不得翻印、審訂或摘錄或於其他刊物或研究著作轉載本報告書的全部或部分研究資料。若轉載本報告書其他部分的内容，須註明出處。

通讯处：  
香港金钟道 66 号  
金钟道政府合署 43 楼  
食物环境卫生署  
食物安全中心  
风险评估组  
电子邮箱：[enquiries@fehd.gov.hk](mailto:enquiries@fehd.gov.hk)

## 目录

章节		页数
	<b>摘要</b>	1
<b>1</b>	<b>背景</b>	3
	香港第二次总膳食研究的简介	3
	高氯酸盐	3
<b>2</b>	<b>研究方法及化验分析</b>	7
	第二次总膳食研究采用的研究方法	7
	高氯酸盐的化验分析	7
<b>3</b>	<b>结果和讨论</b>	9
	总膳食研究食物的高氯酸盐含量	9
	从膳食摄入高氯酸盐的情况	11
	高氯酸盐的主要食物来源	14
	与其他地方比较	16
	研究的局限	18
<b>4</b>	<b>结论和建议</b>	19
	<b>参考数据</b>	20
	<b>附录</b>	22
	附录 1: 香港第二次总膳食研究食物的高氯酸盐含量(微克 / 公斤)	22

## 摘要

### 香港第二次总膳食研究： 高氯酸盐

---

食物安全中心现正进行香港第二次总膳食研究，就香港市民和不同人口组别从膳食摄入一些可能有潜在食物安全风险的化学物质的分量作出最新估算，从而评估摄入这些物质对健康带来的风险。本报告评估香港市民从膳食摄入高氯酸盐的情况。

2. 高氯酸盐及其盐类在环境中天然存在，同时也是人类活动所产生的环境污染物。不同种类的食物，包括蔬菜、水果、奶类及乳类制品，均含有高氯酸盐。高氯酸盐在实验动物身上的急性口服毒性低，而国际癌症研究机构亦没有把高氯酸盐列为致癌物。摄入过量高氯酸盐可减少甲状腺对碘化物的摄取，影响甲状腺功能，引致甲状腺功能减退。

3. 联合国粮食及农业组织 / 世界卫生组织食品添加剂联合专家委员会(下称“联合专家委员会”)把高氯酸盐的暂定最高每日可容忍摄入量订为每公斤体重 10 微克。

## 结果

4. 在这次研究检测的 187 种食物中，有 144 种(77%)检出高氯酸盐，当中南瓜的高氯酸盐平均含量最高(上限：每公斤 310 微克)，其次是苋菜(每公斤 120 微克)和茼蒿(每公斤 67 微克)。

5. 就成年人口(18 岁或以上)而言，摄入量一般的市民每日从膳食摄入高氯酸盐的分量为每公斤体重 0.16 至 0.17 微克(下限-上限)，占高氯酸盐的暂定最高每日可容忍摄入量的 1.6%至 1.7%(下限-上限)；摄入量高(第 90 百分位)的市民每日从膳食摄入高氯酸盐的分量为每公斤体重 0.26 至 0.27 微克(下限-上限)，占暂定最高每日可容忍摄入量的 2.6%至 2.7%(下限-上限)。至于较年轻群组(6 至 17 岁)方面，摄入量一般的市民每日从膳食摄入高氯酸盐的分量为每公斤体重 0.21 至 0.23 微克(下限-上限)，占暂定最高每日可容忍摄入量的 2.1%至 2.3%(下限-上限)；摄入量高的市民每日从膳食摄入高氯酸盐的分量为每公斤体重 0.36 至 0.38 微克(下限-上限)，占暂定最高每日可容忍摄入量的 3.6%至 3.8%(下限-上限)。

## 结论和建议

6. 是次研究显示，香港市民从膳食摄入高氯酸盐的分量不会对健康构成影响。虽然高氯酸盐广泛存在于食物中，但本地人口，不论是成年或较年轻群组，摄入量一般和摄入量高的市民每日从膳食摄入高氯酸盐的分量，均远低于国际组织 / 机构为高氯酸盐所订立的健康参考值。

7. 为尽量减少摄入高氯酸盐的风险，市民宜遵从基本的健康饮食建议，保持均衡多元的饮食，以减低因偏吃而摄入某些污染物(包括高氯酸盐)的风险。

## 第一章 背景

---

1.1 总膳食研究是国际公认的方法，用以量化食物供应中的化学物质含量和估算其膳食摄入量，从而在同一次研究中估算全体市民长期从整体膳食摄入各种化学物的分量。自上世纪七十年代以来，联合国粮食及农业组织(下称“粮农组织”)与世界卫生组织(下称“世卫”)一直推广和支持这种研究方式。食物安全中心(下称“中心”)曾于 2010 至 2014 年间进行香港首个总膳食研究<sup>1</sup>。

### 香港第二次总膳食研究的简介

1.2 由于第二次全港性食物消费量调查(2018 至 2020 年)提供了最新的食物消费量数据，中心藉此机会进行香港第二次总膳食研究。这次研究旨在就香港市民和不同人口组别从膳食摄入一些可能有潜在食物安全风险的化学物质的分量作出最新估算，从而评估摄入这些物质对健康带来的风险。

1.3 这次研究与首个总膳食研究同样包含以下工作部分：选定化学物质、拟定总膳食研究食物名单、食物抽样、样本处理、化验分析、膳食摄入量评估，以及公布结果。这次研究涵盖香港市民经常食用的大部分食物，并化验超过 130 种化学物质，主要集中于食物中的污染物和除害剂残余，更首次包括某些在香港备受关注的食物添加剂。

### 高氯酸盐

#### 中心过往进行的研究

1.4 中心曾于 2017 至 2018 年间进行“茶和茶类饮品中的高氯酸盐”风险评估研究，收集各类干茶叶和茶类饮品，并分析其“食用状态”的高氯酸盐含量。研究显示，样本大多(96%)含有高氯酸盐。“干茶叶”样本的高氯酸盐平均含量介乎每公斤 50 微克与 300 微克之间，而“茶类饮品”样本的高氯酸盐平均含量则介乎每公升 0.59 微克与 3.4 微克之间。在香港，不论是摄入量一般和摄入量高的市民，以及各个按年龄及性别划分的人口组别，从茶和茶类饮品摄入高氯酸盐的分量，均低于粮农组织 / 世卫食品添加剂联合专家委员会(下称“联合专家委员会”)在 2010 年所订定的暂定最高每日可容忍摄入量的百分之一。研究得出的结论是，本港成年人口从

本地市场出售的干茶叶和茶类饮品摄入高氯酸盐的分量，对健康构成不良影响的机会甚微<sup>2</sup>。

1.5 香港首个总膳食研究并未涵盖高氯酸盐。考虑到其早年曾受外地关注，以及本港过往的膳食摄入量评估只限于干茶叶和茶类饮品，因此我们选定高氯酸盐为第二次总膳食研究的检测项目之一，以全面监察其潜在的健康风险。此外，多个食品安全机构(包括美国食品及药物管理局)亦把高氯酸盐纳入其总膳食研究中，足见我们的决定符合国际惯常做法。

### 高氯酸盐的摄入来源

1.6 高氯酸盐是无机离子，由一粒氯原子与四粒氧原子结合而成。高氯酸盐在水中非常稳定，其盐类极易溶于水<sup>3</sup>。

1.7 高氯酸盐在环境中天然存在，亦可在大气中形成，最终沉淀到土壤和地下水中<sup>3</sup>。高氯酸盐也是一种环境污染物，因使用含高氯酸盐的肥料种植，以及在制造和加工火箭推进剂、爆炸品、烟火和汽车安全气囊等工业活动的过程中产生<sup>3,4,5</sup>。此外，用于消毒食水的含氯生物杀伤剂可氧化成高氯酸盐，成为另一个潜在的污染来源<sup>6</sup>。

1.8 水、土壤、尘埃和大气中都广泛检出高氯酸盐，来源可以是天然或人为的<sup>4,5,7,8,9</sup>。在自然环境中，高氯酸盐可随地下水和地面水迅速扩散，导致其广泛存在。<sup>7</sup>植物如在受高氯酸盐污染的土壤上生长，或以受高氯酸盐污染的水灌溉，长出的水果和蔬菜可积聚高氯酸盐<sup>7,8</sup>。此外，透过食用或饮用受高氯酸盐污染的饲料或食水，高氯酸盐可转移至动物及其乳汁<sup>10</sup>。食物和食水是人类摄入高氯酸盐的主要来源<sup>3,4,5,7,11,12</sup>。

### 食物中的高氯酸盐

1.9 有外国研究发现，不同种类的食物，包括蔬菜、水果、奶类及乳类制品、食米、婴儿奶粉、鱼类及鱼类制品、用作冲泡的茶叶及香草、蔬果汁和含酒精饮品，都含有高氯酸盐<sup>3,6,8,10</sup>。在2010年，联合专家委员会检视了亚洲和北美洲的食物中高氯酸盐水平的数据。蔬菜的高氯酸盐平均含量介乎每公斤4.8至110微克，而水果则介乎每公斤0.5至28微克<sup>3</sup>。2024年，欧洲食品安全局评估了成员国在2016至2022年间提交的食物中高氯酸盐水平的数据<sup>9</sup>。蔬菜及蔬菜制品的高氯酸盐平均含量(下限-上限)介乎每公斤10.23至15.15微克，而水果及水果制品则介乎每公斤1.05至6.72微克<sup>9</sup>。

1.10 联合专家委员会、美国食品及药物管理局和欧洲食物安全局过去进行的摄入量评估显示，蔬菜、水果、奶类及它们的制品是人类摄入高氯酸盐的重要来源<sup>3,6,8,9,11,12</sup>。

### 高氯酸盐对健康的影响

1.11 高氯酸盐的主要毒性问题，是其能够大大抑制甲状腺摄取碘化物，因而有可能引致甲状腺功能减退<sup>3,4</sup>。

1.12 人体内的碘化物会由钠碘共同转运体分子，以逆浓度梯度的方式输送到甲状腺的滤泡细胞。进入甲状腺的滤泡细胞后，碘化物会氧化成碘。碘是制造甲状腺激素的必要元素，而甲状腺激素对调节正常生长和新陈代谢十分重要。碘离子与高氯酸盐离子无论在体积、形状或电荷方面都很相似，因此高氯酸盐与碘化物会在转运体分子中竞争，抑制碘化物的吸收。高氯酸盐所造成的抑制情况，会减少供给制造甲状腺激素的碘，结果导致循环系统中甲状腺激素浓度降低，同时消耗甲状腺激素的存量。如果甲状腺持续减少摄取碘，便会出现甲状腺功能减退的临床情况<sup>3,4,13</sup>。

1.13 值得注意的是，甲状腺功能减退的临床情况对胎儿、婴儿和儿童的脑结构和脑功能发展，以及对成年人的新陈代谢及心血管、肠胃、骨骼、神经肌肉和生殖系统的功能，均会造成不良影响<sup>3,5,13,14</sup>。考虑到高氯酸盐的作用模式，容易受影响的群组包括孕妇、胎儿、初生婴儿、幼儿和患有甲状腺功能减退的人士，膳食中缺乏碘的人也容易受到影响<sup>6,7,13</sup>。

### 动力学和代谢作用

1.14 经口服途径摄入的高氯酸盐，在人体和实验动物会被迅速吸收。<sup>3,4,5</sup> 人体接触高氯酸盐后，其血清、血浆、尿液、唾液及母乳，均会验出含有这种化学物。高氯酸盐在人体血清的半衰期短至 6.0 至 9.3 小时(平均值为 8.1 小时)<sup>8</sup>。高氯酸盐在人体的代谢(如有)相对甚少，超过 90% 摄入剂量会经尿液排出<sup>3,4</sup>。

### 毒性

#### 急性及长期毒性

1.15 高氯酸盐在实验动物身上的急性口服毒性低，现有数据显示并无基因毒性的问题<sup>3,8</sup>。观察结果显示，老鼠长期接触高氯酸盐，出现甲状



腺肿瘤的机会会增加，但高氯酸盐对人类不大可能构成甲状腺癌的风险<sup>3,8,14</sup>。国际癌症研究机构没有把高氯酸盐列为致癌物<sup>4</sup>。

1.16 事实上，高氯酸钾一直用作为治疗甲状腺功能亢进的甲状腺抑制药物，特别是用于治疗因摄取过多碘(例如与服用抗心律不正药胺碘酮有关)而出现的甲状腺毒症<sup>3,8,9</sup>。有报告指出，病人长期每日服用 200 毫克或以下剂量的高氯酸钾，不会出现不良影响；但若在临床治疗中每日持续使用 400 毫克或以上的高氯酸钾(即每日每公斤体重 4 毫克高氯酸盐离子)，则会对病人产生不良影响，包括皮肤出疹、恶心、淋巴结肿大和血质不调。有证据显示，高氯酸钾的治疗剂量和使用期长短与不良影响的出现率和严重性有直接关系<sup>8,9</sup>。

### 健康参考值

1.17 2010 年，联合专家委员会评估高氯酸盐的健康风险后，把高氯酸盐的暂定最高每日可容忍摄入量定为每日每公斤体重 10 微克<sup>3</sup>。

1.18 2025 年，欧洲食物安全局根据高氯酸盐抑制健康成年人甲状腺的碘摄取的情况，把高氯酸盐的每日可容忍摄入量，由每日每公斤体重 0.3 微克更新为每日每公斤体重 1.4 微克。该摄入量是考虑到胎儿对母体甲状腺激素失调的敏感度，以及未能确定在胎儿发育期间高氯酸盐导致碘不足会对胎儿造成何种影响。根据高氯酸盐的作用模式及其毒物动力学特性，该摄入量适用于短期(为期约两星期)和长期摄入高氯酸盐的情况<sup>9</sup>。

## 第二章

### 研究方法及化验分析

---

#### 第二次总膳食研究采用的研究方法

2.1 我们根据第二次全港性食物消费量调查所得的食物消费量数据，选取了 187 种食物(涉及 15 个食物组别)进行研究。抽样工作在 2023 年 2 月至 2024 年 1 月间分两次进行，每次为每种食物在全港收集六个个别样本，并处理至“食用状态”。整项研究合共收集了 2 244 个个别食物样本，经处理后合并成为 374 个混合样本，然后进行化验分析。

2.2 我们把化验结果与本港市民的食物消费量数据合并处理，从而计算出本港市民从膳食中摄入这次研究涵盖的选定化学物质的分量，并借助名为“摄入量评估系统 2”的网络计算机系统，计算膳食摄入量，当中涉及食物对应处理和数据加权的步骤。这次研究以膳食摄入量的均数和第 90 百分位的数值分别代表摄入量一般和摄入量高的本港市民的数值。在本报告中，我们把摄入量一般和摄入量高的市民每日从膳食摄入高氯酸盐的分量与有关健康参考值(即就高氯酸盐订定的暂定最高每日可容忍摄入量)比较，以评估相关的慢性健康风险。

2.3 详细的研究方法载于总膳食研究的一系列报告中有关研究方法的一册。

#### 高氯酸盐的化验分析

2.4 高氯酸盐的化验分析工作由中心的食物研究化验所负责。研究人员把两次抽样工作收集到的 2 244 个个别样本所合并而成的全部 374 个混合样本(涵盖 187 种食物)，逐一进行检测。

2.5 在分析水样本(瓶装水和饮用水)中的高氯酸盐时，研究人员把 25 克混合样本用含 1%(v/v)甲酸的甲醇溶液稀释，然后使用液相色谱串联质谱仪进行分析。

2.6 至于食物样本的分析，研究人员取出 2 克混合样本，加入水以调整水的含量，然后按照欧盟农药残留参考实验室的 QuPPE 方法萃取，加入含 1%(v/v)甲酸的甲醇溶液，摇动以作萃取。萃取液经离心分离后，使用截留分子量值为 10 千道尔顿(KDa)的离心过滤器进行超过滤。净化的萃取液以初

始流动相化合物适当稀释，经过滤后供日后以液相色谱串联质谱仪进行分析。

2.7 研究人员使用 Thermo Hypercarb 多孔石墨碳色谱柱(100 毫米 × 2.1 毫米，粒径 5 微米)，配合经乙酸酸化的流动相，在梯度洗脱条件下把高氯酸盐分离；然后以高氯酸盐- $^{18}\text{O}_4$  为内标物，使用串联式质谱仪进行分析确认和定量测定。

2.8 水样本和食物样本中高氯酸盐的检测限分别为每公斤 0.10 微克和每公斤 1.0 微克。

### 分析结果的处理方法

2.9 这次研究同时采用下限值和上限值的方式处理数据。这种处理数据方式是考虑到分析结果低于检测限时，真正数值实际上可处于零至检测限之间。同时采用下限值和上限值方式处理数据，可呈现出两种极端情况。下限假设样本不含有关化学物，故低于检测限的分析结果设定为零；上限则假设样本的化学物含量为检测限值，故低于检测限的分析结果设定为相应的检测限值。

## 第三章

### 结果和讨论

---

#### 总膳食研究食物的高氯酸盐含量

3.1 这次研究合共检测了 374 个混合样本(涵盖 187 种分属 15 个食物组别的食物，涉及两次抽样工作)的高氯酸盐含量。超过 75%的食物(涉及 14 个食物组别的 249 个混合样本)检出高氯酸盐。15 个食物组别的分析结果撮载于表 1；而全部 187 种经检测食物的详细分析结果则载于附录 1。

**表 1： 香港第二次总膳食研究所涵盖食物组别的高氯酸盐含量(微克 / 公斤)**

总膳食研究的 食物组别	同一食物组别的 食物		同一食物组别的 混合样本 <sup>a</sup>		同一 食物组别的 范围 (微克 / 公斤) <sup>b</sup>
	检测 样本 总数	检出 高氯酸盐的 样本数目 (占该组别的 百分比)	检测 样本 总数	检出 高氯酸盐的 样本数目	
1 谷物及谷物制品	21	14 (67%)	42	26	检测不到-77
2 蔬菜及蔬菜制品	42	38 (90%)	84	73	检测不到-610
3 豆类、坚果和种子及其制品	9	7 (78%)	18	11	检测不到-14
4 水果	18	15 (83%)	36	22	检测不到-8.7
5 肉类、家禽和野味及其制品	17	8 (47%)	34	11	检测不到-69
6 蛋及蛋类制品	3	3 (100%)	6	6	7.1-45
7 鱼类和海产及其制品	24	12 (50%)	48	16	检测不到-22
8 乳类制品	8	8 (100%)	16	16	2.1-15
9 油脂类	2	0 (0%)	4	0	检测不到- 检测不到
10 酒精饮品	2	2 (100%)	4	4	1.1-1.9
11 不含酒精饮品	12	11 (92%)	24	18	检测不到-5.1
12 混合食品	12	12 (100%)	24	20	检测不到-26
13 零食食品	1	1 (100%)	2	2	4.2-8.2
14 糖类及甜点	5	4 (80%)	10	7	检测不到-39
15 调味料、酱油及香草	11	9 (82%)	22	17	检测不到-110
总数	187	144 (77%)	374	249	

注：

<sup>a</sup> 每种总膳食研究食物有两个混合样本受检测。<sup>b</sup> 含量取至两位有效数字。检测不到指分析结果低于检测限。

3.2 在总膳食研究所涵盖的 15 个食物组别当中，14 个组别内有食物检出高氯酸盐。值得注意的是，“蛋及蛋类制品”、“乳类制品”、“酒精饮

品”、“混合食品”和“零食食品”这五个组别内的所有食物均检出高氯酸盐；相反，“油脂类”组别内的食物全部不含高氯酸盐。

3.3 我们比较 187 种总膳食研究食物的高氯酸盐含量后，发现南瓜的平均含量最高(上限：每公斤 310 微克)，其次是苋菜(每公斤 120 微克)和茼蒿(每公斤 67 微克)。分析结果与海外研究和文献所载发现一致，即不同种类的食物均含有高氯酸盐，而蔬菜的平均含量通常最高。

### 从膳食摄入高氯酸盐的情况

3.4 表 2 列出本地成年人口、育龄妇女和较年轻群组从膳食摄入高氯酸盐的总分量。就成年人口而言，摄入量一般的市民每日从膳食摄入高氯酸盐的分量为每公斤体重 0.16 至 0.17 微克(下限-上限)，占高氯酸盐的暂定最高每日可容忍摄入量的 1.6%至 1.7%(下限-上限)；摄入量高的市民(第 90 百分位)每日从膳食摄入高氯酸盐的分量为每公斤体重 0.26 至 0.27 微克(下限-上限)，占暂定最高每日可容忍摄入量的 2.6%至 2.7%(下限-上限)。

3.5 育龄妇女摄入量估算值与一般成年人口相约。摄入量一般的育龄妇女每日从膳食摄入高氯酸盐的分量(每公斤体重 0.16 至 0.17 微克，下限-上限)与摄入量一般的成年人口相同，相当于暂定最高每日可容忍摄入量的 1.6%至 1.7%(下限-上限)。然而，摄入量高的育龄妇女(第 90 百分位)每日从膳食摄入高氯酸盐的分量(每公斤体重 0.25 至 0.26 微克，下限-上限)略低于摄入量高的成年人口，占暂定最高每日可容忍摄入量的 2.5%至 2.6%(下限-上限)。

3.6 至于较年轻群组方面，摄入量一般的市民每日从膳食摄入高氯酸盐的分量为每公斤体重 0.21 至 0.23 微克(下限-上限)，占暂定最高每日可容忍摄入量的 2.1%至 2.3%(下限-上限)；摄入量高的市民每日从膳食摄入高氯酸盐的分量为每公斤体重 0.36 至 0.38 微克(下限-上限)，占暂定最高每日可容忍摄入量的 3.6%至 3.8%(下限-上限)(表 2)。

**表 2： 本地成年人口和较年轻群组中摄入量一般和摄入量高的市民从膳食摄入高氯酸盐的总分量及占暂定最高每日可容忍摄入量的百分比**

人口组别	每日膳食摄入量 (下限-上限) (微克 / 每公斤体重)		占暂定最高每日可容忍 摄入量的百分比(%) (下限-上限)	
	摄入量一般 的市民	摄入量高 的市民	摄入量一般 的市民	摄入量高 的市民
成年人 (18 岁或以上)	0.16-0.17	0.26-0.27	1.6-1.7	2.6-2.7
育龄妇女 (18 至 49 岁女性)	0.16-0.17	0.25-0.26	1.6-1.7	2.5-2.6
较年轻群组 (6 至 17 岁)	0.21-0.23	0.36-0.38	2.1-2.3	3.6-3.8

摄入量高的数值指摄入量在第 90 百分位的数值。

每日膳食摄入量及占暂定最高每日可容忍摄入量的百分比的数值取至两位有效数字。

3.7 按年龄 / 性别人口组别进行的高氯酸盐膳食摄入量分析，详情载于表 3 及图 1。在所有年龄组别中，摄入量一般和摄入量高的市民每日从膳食摄入高氯酸盐的分量，均低于暂定最高每日可容忍摄入量的 5%。研究结果显示，不论在整体人口或不同年龄 / 性别人口组别的层面上，摄入量一般和摄入量高的本地成年人口和较年轻群组从膳食摄入高氯酸盐的分量，对健康构成风险的机会不大。

3.8 尽管欧洲食物安全局于 2025 年订定的每日可容忍摄入量(即每公斤体重 1.4 微克)较上述的每日可容忍摄入量为低，但没有改变上述研究结论。

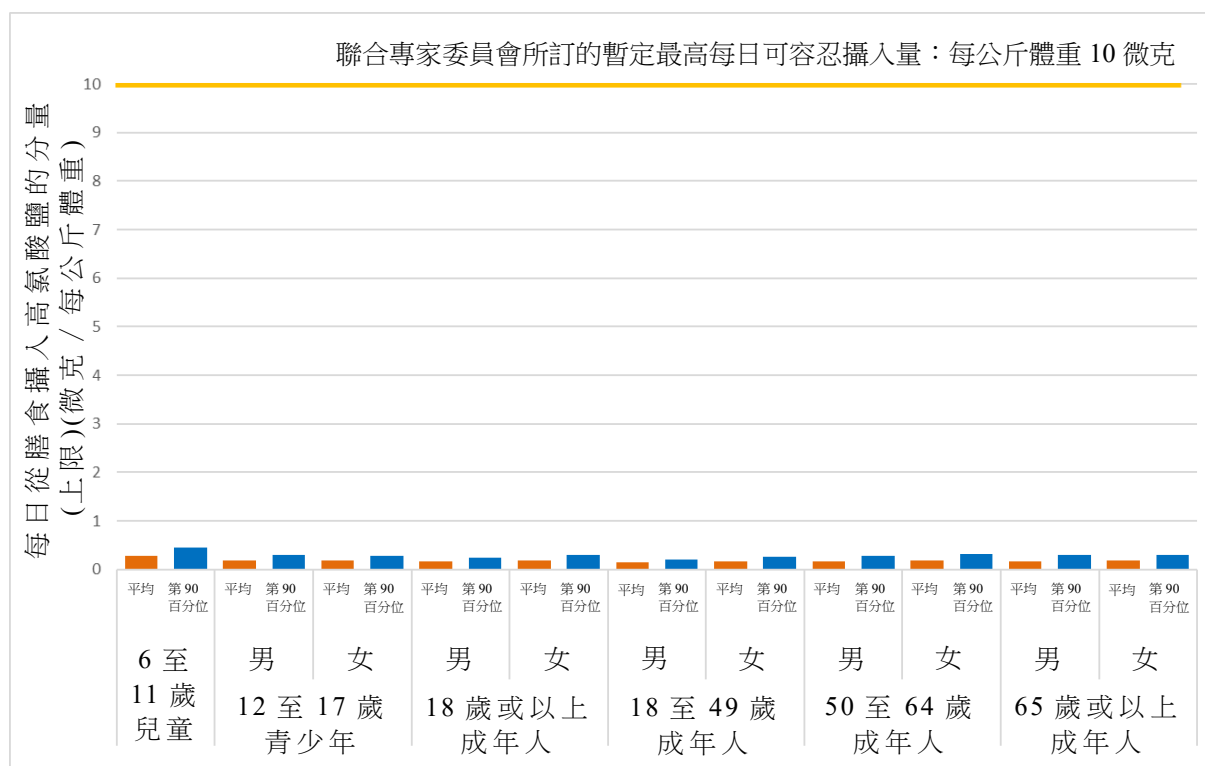
**表 3： 各年龄 / 性别人口组别中摄入量一般和摄入量高的市民每日从膳食摄入高氯酸盐的分量及占暂定最高每日可容忍摄入量的百分比**

年龄 / 性别 人口组别	每日膳食摄入量 (下限-上限) (微克 / 每公斤体重)		占暂定最高每日可容忍 摄入量的百分比(%) (下限-上限)	
	摄入量一般 的市民	摄入量高 的市民	摄入量一般 的市民	摄入量高 的市民
<b>成年人</b>				
18 至 49 岁	0.14-0.16	0.23-0.24	1.4-1.6	2.3-2.4
● 男	0.13-0.14	0.20-0.21	1.3-1.4	2.0-2.1
● 女	0.16-0.17	0.25-0.26	1.6-1.7	2.5-2.6
50 至 64 岁	0.17-0.18	0.29-0.30	1.7-1.8	2.9-3.0
● 男	0.16-0.17	0.26-0.28	1.6-1.7	2.6-2.8
● 女	0.18-0.19	0.29-0.31	1.8-1.9	2.9-3.1
65 岁或以上	0.17-0.18	0.28-0.30	1.7-1.8	2.8-3.0
● 男	0.16-0.17	0.28-0.29	1.6-1.7	2.8-2.9
● 女	0.18-0.19	0.29-0.30	1.8-1.9	2.9-3.0
18 岁或以上	0.16-0.17	0.26-0.27	1.6-1.7	2.6-2.7
● 男	0.14-0.16	0.23-0.24	1.4-1.6	2.3-2.4
● 女	0.17-0.18	0.27-0.29	1.7-1.8	2.7-2.9
<b>较年轻群组</b>				
6 至 11 岁儿童	0.26-0.28	0.42-0.45	2.6-2.8	4.2-4.5
12 至 17 岁青少年	0.16-0.18	0.27-0.29	1.6-1.8	2.7-2.9
● 男	0.16-0.18	0.27-0.29	1.6-1.8	2.7-2.9
● 女	0.16-0.18	0.27-0.28	1.6-1.8	2.7-2.8

摄入量高的数值指摄入量在第 90 百分位的数值。

每日膳食摄入量及占暂定最高每日可容忍摄入量的百分比的数值取至两位有效数字。





**图 1： 各年齡/性別人口組別每日從膳食攝入高氯酸鹽的分量(上限)(微克/每公斤體重)**

### 高氯酸盐的主要食物来源

3.9 摄入量一般的市民从 15 个总膳食研究食物组别摄入高氯酸盐的分量(以下限为依据)载于表 4。这次研究发现，成年人口从膳食摄入高氯酸盐的最主要来源是“蔬菜及蔬菜制品”(占总膳食摄入量的 49%)，其次是“不含酒精饮品”(26%)和“混合食品”(7.6%)；较年轻群组从膳食摄入高氯酸盐的三个最主要来源，同样是“蔬菜及蔬菜制品”(占总膳食摄入量的 41%)、“不含酒精饮品”(21%)和“混合食品”(9.9%)。值得注意的是，从“乳类制品”和“零食食品”这两个食物组别摄入高氯酸盐的分量占总膳食摄入量的百分比，在成年人口与较年轻群组之间相差达三至五倍之多。出现这个显著的差异，可能是由于成年人口和较年轻群组的饮食习惯和营养需要不同所致。此外，年轻人体型较小，摄入量所占的百分比因此较高。

**表 4：摄入量一般的市民从总膳食研究食物组别摄入高氯酸盐的分量及所占百分比**

总膳食研究 食物组别	成年人(18 岁或以上)		较年轻群组(6 至 17 岁)	
	每日膳食 摄入量 (下限) (微克 / 每公斤体重)	占总膳食 摄入量的 百分比	每日膳食 摄入量 (下限) (微克 / 每公斤体重)	占总膳食 摄入量的 百分比
蔬菜及蔬菜制品	0.077	49%	0.086	41%
不含酒精饮品	0.041	26%	0.044	21%
混合食品	0.012	7.6%	0.021	9.9%
谷物及谷物制品	0.0075	4.8%	0.012	5.6%
肉类、家禽和野味 及其制品	0.0050	3.2%	0.0075	3.5%
蛋及蛋类制品	0.0042	2.7%	0.0090	4.3%
水果	0.0032	2.0%	0.0044	2.1%
乳类制品	0.0031	2.0%	0.021	9.7%
调味料、酱油及 香草	0.0012	0.77%	0.0024	1.1%
鱼类和海产及其 制品	0.0010	0.66%	0.0016	0.75%
豆类、坚果和 种子及其制品	0.00095	0.61%	0.0015	0.72%
酒精饮品	0.00056	0.36%	0.0000082	0.0039%
糖类及甜点	0.00014	0.093%	0.00073	0.34%
零食食品	0.00010	0.066%	0.00048	0.23%
油脂类	0	0%	0	0%

每日膳食摄入量及占总膳食摄入量的百分比的数值以下限为依据，并取至两位有效数字。

3.10 如第 3.4 及第 3.5 段所述，不论是成年人口或较年轻群组，摄入量一般的市民从膳食中摄入高氯酸盐的分量下限，仅占高氯酸盐的暂定最高每日可容忍摄入量不足 3%。在这次研究中，不同食物组别的高氯酸

盐膳食摄入量的绝对值相当小，因此，大家应小心解读这次研究识别出的每个膳食摄入来源的相对重要性。

## 与其他地方比较

3.11 本港及其他采用总膳食研究或类似研究方法的地方(包括中国内地、科威特和美国)的高氯酸盐膳食摄入量数据，载于表 5<sup>11,15,16</sup>。根据可得数据，香港、中国内地、科威特和美国各地的人口每日从膳食摄入高氯酸盐的分量，均低于联合专家委员会所订的暂定最高每日可容忍摄入量(即每公斤体重 10 微克)。在这次研究中，本港成年人口和较年轻群组每日从膳食摄入高氯酸盐的平均分量，处于其他地方录得的数值范围内。

表 5： 本地与其他地方的高氯酸盐膳食摄入量比较

国家 / 地方	人口组别	平均摄入量 (微克 / 每日 每公斤体重)	高百分位 摄入量 (微克 / 每日 每公斤体重)	参考数据
香港特区*	6 至 17 岁	0.21-0.23	0.36-0.38 <sup>#</sup>	这次研究
	18 岁或以上	0.16-0.17	0.26-0.27 <sup>#</sup>	
中国内地	18 至 45 岁男性	0.449	/	Li et al. (2025)
科威特	2 至 5 岁	0.670	/	Alomirah et al. (2016)
	6 至 9 岁	0.385		
	10 至 19 岁	0.207		
	20 至 49 岁	0.140		
	50 岁或以上	0.155		
美国*	6 岁儿童	0.28-0.31	/	Abt et al. (2016)
	10 岁儿童	0.16-0.18		
	14 至 16 岁青少年女性	0.10-0.12		
	14 至 16 岁青少年男性	0.11-0.13		
	25 至 30 岁女性	0.09-0.11		
	25 至 30 岁男性	0.09-0.12		
	40 至 45 岁女性	0.09-0.12		
	40 至 45 岁男性	0.10-0.13		
	60 至 65 岁女性	0.10-0.12		
	60 至 65 岁男性	0.09-0.11		
	70 岁或以上女性	0.10-0.11		
	70 岁或以上男性	0.09-0.11		

注：

\*以下限-上限摄入量显示。

<sup>#</sup>摄入量高的数值指摄入量在第 90 百分位的数值。

3.12 不过，由于进行研究的时间、获取和处理食物消费量数据的方法、抽样策略、化验分析方法，以及处理低于检测限的分析结果的方法等都不尽相同，在直接比较有关数据时，应小心谨慎。

## 研究的局限

3.13 由于这次研究所涵盖的食物种类和样本数目有限，加上其后我们利用了食物对应处理方法把高氯酸盐含量编配予适用的食物，因此对于评估本港市民的高氯酸盐膳食摄入量而言，会带来不确定的因素。

3.14 研究的其他局限载于《香港第二次总膳食研究：研究方法》的报告内。

## **第四章**

### **结论和建议**

---

4.1 是次研究显示，香港市民从膳食摄入高氯酸盐的分量不会对健康构成影响。虽然高氯酸盐广泛存在于食物中，但本地人口，不论是成年或较年轻群组，摄入量一般和摄入量高的市民每日从膳食摄入高氯酸盐的分量，均远低于国际组织／机构为高氯酸盐所订立的健康参考值。

4.2 为尽量减少摄入高氯酸盐的风险，市民宜遵从基本的健康饮食建议，保持均衡多元的饮食，以减低因偏吃而摄入某些污染物(包括高氯酸盐)的风险。

## 参考数据

- <sup>1</sup> 食物环境卫生署 (2011). 香港首个总膳食研究。食物安全中心。  
[https://www.cfs.gov.hk/english/programme/programme\\_firm/programme\\_tds\\_1st\\_HKTDS.html](https://www.cfs.gov.hk/english/programme/programme_firm/programme_tds_1st_HKTDS.html)
- <sup>2</sup> 食物环境卫生署 (2018). 风险评估研究第 59 号报告书《茶和茶类饮品中的高氯酸盐》。食物安全中心。  
[https://www.cfs.gov.hk/tc\\_chi/programme/programme\\_rafs/files/RA\\_59\\_Perchlorate\\_in\\_Tea\\_and\\_Tea\\_Beverages\\_c.pdf](https://www.cfs.gov.hk/tc_chi/programme/programme_rafs/files/RA_59_Perchlorate_in_Tea_and_Tea_Beverages_c.pdf)
- <sup>3</sup> World Health Organization (WHO). (2011). Safety evaluation of certain contaminants in food: Perchlorate (WHO Food Additives Series: 63). WHO Press.  
[http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44520/1/9789241660631\\_eng.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44520/1/9789241660631_eng.pdf)
- <sup>4</sup> Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) (2008). Toxicological profile for perchlorates. U.S. Department of Health and Human Services.  
<https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp162.pdf>
- <sup>5</sup> U.S. Environmental Protection Agency (U.S. EPA). (2014). Technical fact sheet: Perchlorate.  
[https://19january2017snapshot.epa.gov/sites/production/files/2014-03/documents/ffrofactsheet\\_contaminant\\_perchlorate\\_january2014\\_final.pdf](https://19january2017snapshot.epa.gov/sites/production/files/2014-03/documents/ffrofactsheet_contaminant_perchlorate_january2014_final.pdf)
- <sup>6</sup> European Food Safety Authority (EFSA). (2017). Risks for human health related to the presence of perchlorate in food, in particular fruits and vegetables. EFSA Journal, 15(7), 5043.  
<https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.5043>
- <sup>7</sup> Chen, D., Li, H., Li, J., Liu, Z., Lyu, B., Li, J., Zhao, Y., Zhong, Y., & Wu, Y. (2023). Comprehensive evaluation of perchlorate dietary exposure and health risks for Chinese adult males and breastfed infants. The Science of the total environment, 891, 164696.  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164696>
- <sup>8</sup> European Food Safety Authority (EFSA). (2014). Perchlorate in food, in particular fruits and vegetables. EFSA Journal, 12(10), 3869. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2014.3869>
- <sup>9</sup> European Food Safety Authority (EFSA). (2025). Re-evaluation of the risks to human health related to the presence of perchlorate in food. EFSA Journal, 23(1), 9393.  
<https://doi.org/10.2903/j.efsa.2025.9393>
- <sup>10</sup> Government of Canada. (2011). 2010-2011 perchlorate in fresh fruits and vegetables, dairy products and infant formulae. Canadian Food Inspection Agency.  
<https://inspection.canada.ca/en/food-safety-industry/food-chemistry-and-microbiology/food-safety-testing-reports-and-journal-articles/perchlorate>
- <sup>11</sup> Abt, E., Spungen, J., Pouillot, R., Gamalo-Siebers, M., & Wirtz, M. (2016). Update on dietary intake of perchlorate and iodine from U.S. Food and Drug Administration's total diet study: 2008-2012. Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology, 27(6), 569-576. <https://doi.org/10.1038/jes.2016.78>

- <sup>12</sup> Murray, C. W., Egan, S. K., Kim, H., Beru, N., & Bolger, P. M. (2008). US Food and Drug Administration's total diet study: Dietary intake of perchlorate and iodine. *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology*, 18(6), 571-580. <https://doi.org/10.1038/sj.jea.7500648>
- <sup>13</sup> World Health Organization (WHO). (2017). Perchlorate in drinking water: Background document for development of WHO guidelines for drinking-water quality. [https://cdn.who.int/media/docs/default-source/wash-documents/wash-chemicals/perchlorate-background-jan17.pdf?sfvrsn=161d2a30\\_4](https://cdn.who.int/media/docs/default-source/wash-documents/wash-chemicals/perchlorate-background-jan17.pdf?sfvrsn=161d2a30_4)
- <sup>14</sup> World Health Organization (WHO). (2022). Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first and second addenda. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240045064>
- <sup>15</sup> Li J, Lyu B, Qiu N, Wang Y, Zhou S. (2025) The sixth China Total Diet Study. 1st ed. Beijing: Science Press.
- <sup>16</sup> Alomirah, H. F., Al-Zenki, S. F., Alaswad, M. C., Alruwaih, N. A., Wu, Q., & Kannan, K. (2016). Widespread occurrence of perchlorate in water, foodstuffs and human urine collected from Kuwait and its contribution to human exposure. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 33(6), 1016–1025. <https://doi.org/10.1080/19440049.2016.1185354>



**附录 1****香港第二次总膳食研究食物的高氯酸盐含量(微克 / 公斤)**

总膳食研究的食物 <sup>a</sup>	高氯酸盐含量(微克 / 公斤) <sup>b</sup>		
	平均值 <sup>c</sup>	第一次抽样	第二次抽样
<b>谷物及谷物制品</b>			
饼干 / 曲奇饼	2.3	2.0	2.6
面包(没有馅)	6.3	9.2	3.4
葡萄干面包	39	73	4.6
谷物早餐	0.70-1.2	1.4	检测不到
面包(含有咸味的馅料)	3.3	3.0	3.5
蒸包(含有咸味的馅料)	3.8	2.6	4.9
蒸包(含有甜味的馅料)	4.2	4.5	3.9
蛋糕 / 西饼	6.4	4.7	8.0
粟米	0.65-1.2	检测不到	1.3
粟米淀粉(粟粉)	1.4	1.5	1.2
中式油炸面团食品	2.8	3.1	2.4
面条(中式 / 日式)	—	检测不到	检测不到
方便面	—	检测不到	检测不到
米粉 / 米线	—	检测不到	检测不到
燕麦 / 燕麦片	—	检测不到	检测不到
面条(西式)	—	检测不到	检测不到
中式饼点	5.8	3.5	8.0
批 / 挞	3.3	3.5	3.0
菠萝包	40	2.9	77
粗磨米饭	—	检测不到	检测不到
白饭	—	检测不到	检测不到
<b>蔬菜及蔬菜制品</b>			
竹筴	—	检测不到	检测不到
竹笋	3.1	1.1	5.0
红菜头	5.3	2.5	8.0
苦瓜	13	18	7.6
韭黄	8.2	12	4.4
西兰花 / 椰菜花	12	3.1	20
大白菜 / 绍菜 / 黄芽白	22	29	14
菜心	48	25	71

总膳食研究的食物 <sup>a</sup>	高氯酸盐含量(微克 / 公斤) <sup>b</sup>		
	平均值 <sup>c</sup>	第一次抽样	第二次抽样
椰菜	12	19	5.9
白菜	28	23	33
白菜干	3.2	3.7	2.6
甘笋 / 萝卜	23	39	7.1
西芹	2.5	3.0	1.9
苋菜	120	130	110
芥兰	53	89	17
青瓜(黄瓜)	16	25	6.7
云耳 / 木耳	—	检测不到	检测不到
茄子(矮瓜)	4.4	5.9	2.9
蒜头	5.9	7.2	4.5
姜	2.9	2.0	3.8
节瓜 / 冬瓜	3.1	4.1	2.1
芥菜	6.1	7.1	5.1
生菜(唐生菜 / 西生菜 / 油麦菜)	5.6	7.2	4.0
绿豆芽(芽菜)	—	检测不到	检测不到
蘑菇	1.8	2.2	1.3
干冬菇	2.4	2.5	2.2
洋葱	—	检测不到	检测不到
豆苗	54	100	8.8
灯笼椒 / 辣椒	5.9	6.5	5.3
马铃薯	6.6	4.7	8.5
炸薯	13	11	15
腌制蔬菜	56	78	33
南瓜	310-310	检测不到	610
藻类	4.3-4.8	8.6	检测不到
菠菜	20	28	11
丝瓜	5.4	3.7	7.1
葱	13	19	6.0
番薯	7.9	1.7	14
西红柿	1.0-1.5	2.0	检测不到
蕹菜(通菜)	5.0	6.5	3.4
西洋菜	16	17	15
翠玉瓜	5.4	6.6	4.2
<b>豆类、坚果和种子及其制品</b>			
发酵豆类制品	4.7	7.2	2.1

总膳食研究的食物 <sup>a</sup>	高氯酸盐含量(微克 / 公斤) <sup>b</sup>		
	平均值 <sup>c</sup>	第一次抽样	第二次抽样
青豆	—	检测不到	检测不到
青豆角	12	14	9.1
花生	3.4-3.9	6.7	检测不到
花生酱	1.4	1.0	1.7
红豆	—	检测不到	检测不到
豆腐	1.4	1.3	1.4
坚果	1.7-2.2	3.3	检测不到
粉丝	0.75-1.3	检测不到	1.5
<b>水果</b>			
苹果	—	检测不到	检测不到
香蕉	1.6-2.1	3.1	检测不到
樱桃(樱桃)	1.0-1.5	检测不到	2.0
火龙果	2.2	1.6	2.8
干果	5.7	2.6	8.7
榴莲	—	检测不到	检测不到
葡萄(提子)	0.85-1.4	检测不到	1.7
奇异果	0.55-1.1	检测不到	1.1
龙眼 / 荔枝	1.7-2.2	3.4	检测不到
柑橘 / 红桔	0.70-1.2	检测不到	1.4
芒果	—	检测不到	检测不到
蜜瓜	5.3	7.0	3.5
橙	1.7	1.9	1.5
木瓜	3.8	3.9	3.7
桃	1.5-2.0	3.0	检测不到
梨	1.7-2.2	检测不到	3.3
菠萝	4.2	7.0	1.3
西瓜	5.7	6.1	5.2
<b>肉类、家禽和野味及其制品</b>			
牛肉	0.55-1.1	1.1	检测不到
牛筋	—	检测不到	检测不到
除鸡翼(鸡翅)外的鸡肉	5.0-5.5	10	检测不到
鸡翼(鸡翅)	—	检测不到	检测不到
烧鸭 / 烧鹅	—	检测不到	检测不到
火腿(猪肉)	9.5	17	2.0
鹅肝	2.4	3.5	1.3

总膳食研究的食物 <sup>a</sup>	高氯酸盐含量(微克 / 公斤) <sup>b</sup>		
	平均值 <sup>c</sup>	第一次抽样	第二次抽样
猪 腩(猪肝)	—	检测不到	检测不到
午餐肉	11	2.3	20
肉 丸	—	检测不到	检测不到
肉 肠	4.7-5.2	检测不到	9.3
羊 肉	—	检测不到	检测不到
猪 扒	—	检测不到	检测不到
猪肋骨 / 猪小排	—	检测不到	检测不到
叉 烧	0.65-1.2	1.3	检测不到
除猪扒、猪肋骨 / 猪小排外的猪肉	—	检测不到	检测不到
烧 肉	35-35	检测不到	69
<b>蛋及蛋类制品</b>			
鸡 蛋	9.6	12	7.1
皮 蛋	27	9.7	45
咸 蛋	12	8.9	16
<b>鱼类和海产及其制品</b>			
蜆	—	检测不到	检测不到
蟹	—	检测不到	检测不到
墨 鱼	—	检测不到	检测不到
鱼 蛋 / 鱼 片	0.95-1.5	检测不到	1.9
鱼 柳	0.70-1.2	1.4	检测不到
绞 鲛 鱼 肉	0.80-1.3	1.6	检测不到
红 衫 鱼	—	检测不到	检测不到
鲩 鱼	—	检测不到	检测不到
海 斑	—	检测不到	检测不到
桂 花 鱼	—	检测不到	检测不到
红 鲷 鱼(红友鱼 / 红鲷鱼)	0.60-1.1	1.2	检测不到
鲷 鱼(仓 鱼)	3.5-4.0	7.0	检测不到
鲑 鱼	2.0	1.7	2.2
吞 拿 鱼(金枪鱼)	—	检测不到	检测不到
黄 花 鱼	—	检测不到	检测不到
龙 虾	22	22	22
濑 尿 虾(螳螂虾)	—	检测不到	检测不到
青 口	1.7	1.5	1.8
蚝	—	检测不到	检测不到
咸 鱼	—	检测不到	检测不到

总膳食研究的食物 <sup>a</sup>	高氯酸盐含量(微克 / 公斤) <sup>b</sup>		
	平均值 <sup>c</sup>	第一次抽样	第二次抽样
扇贝 / 带子	1.6-2.1	检测不到	3.1
虾	1.0-1.5	2.0	检测不到
虾米 / 虾干	3.6	3.7	3.5
鱿鱼	1.0-1.5	检测不到	2.0
<b>乳类制品</b>			
芝士	9.4	15	3.7
发酵 / 乳酸菌饮品(乳品基)	5.1	4.9	5.2
雪糕	2.8	3.5	2.1
奶类饮品	6.0	8.1	3.9
炼奶 / 淡奶(花奶)	9.6	8.2	11
脱脂奶	3.0	2.5	3.5
全脂奶	6.6	10	3.1
奶酪	4.1	3.9	4.3
<b>油脂类</b>			
牛油	—	检测不到	检测不到
植物油	—	检测不到	检测不到
<b>酒精饮品</b>			
啤酒	1.4	1.1	1.6
红酒 / 白酒	1.6	1.3	1.9
<b>不含酒精饮品</b>			
汽水(包括减肥汽水)	0.70-1.2	1.4	检测不到
椰子水	1.3-1.8	2.6	检测不到
咖啡	2.4	3.0	1.7
蔬果汁	2.1	1.5	2.7
麦芽饮品	2.3	2.0	2.6
豆奶饮品	1.9-2.4	3.8	检测不到
茶(包括柠檬茶)	3.5	1.9	5.1
菊花茶	4.1	4.8	3.3
奶茶	4.4	3.9	4.9
珍珠奶茶	0.55-1.1	检测不到	1.1
樽装蒸馏 / 纯净水	—	检测不到	检测不到
饮用水	1.2	1.5	0.92
<b>混合食品</b>			
蒸牛肉球点心	1.6-2.1	检测不到	3.2
蒸烧卖点心	1.4-1.9	检测不到	2.8

总膳食研究的食物 <sup>a</sup>	高氯酸盐含量(微克 / 公斤) <sup>b</sup>		
	平均值 <sup>c</sup>	第一次抽样	第二次抽样
煎炸饺子 / 春卷	6.7	9.3	4.0
水饺(包括云吞)	2.8	2.0	3.6
蒸饺子	18	26	10
糰	2.0	1.4	2.6
汉堡包	3.8	4.6	2.9
薄饼	3.1	3.1	3.0
净肠粉	2.1-2.6	4.2	检测不到
中式汤水	3.8-4.3	7.6	检测不到
西式汤羹	3.9	3.9	3.8
萝卜糕	7.2	7.6	6.7
<b>零食食品</b>			
薯片	6.2	4.2	8.2
<b>糖类及甜点</b>			
巧克力(朱古力)	2.4	3.0	1.7
蜂蜜(蜜糖)	25	39	10
果酱	0.80-1.3	检测不到	1.6
红糖(黄糖 / 黑糖) / 冰糖	3.8	2.2	5.4
白砂糖	—	检测不到	检测不到
<b>调味料、酱油及香草</b>			
鸡粉 / 鸡汤粒	11	10	11
芫茜	67	110	23
咖喱酱 / 咖喱汁	7.0	5.9	8.1
蚝油	5.2	3.5	6.8
沙律酱	0.70-1.2	检测不到	1.4
芝麻油	—	检测不到	检测不到
豉油	3.4	2.9	3.8
餐桌盐(幼盐)	—	检测不到	检测不到
西红柿酱 / 西红柿汁	2.9	3.9	1.8
醋	4.6	3.3	5.8
白胡椒	11	3.5	18

注：

<sup>a</sup> 每种总膳食研究食物有两个混合样本受检测。

<sup>b</sup> 含量取至两位有效数字。检测不到指分析结果低于检测限。

<sup>c</sup> 在两次抽样中均检出高氯酸盐的食物，其平均含量以单一数值显示；只在其中一次抽样中检出高氯酸盐的食物，其平均含量则以范围(下限-上限)显示。