

การทำปริมาณเหล็ก-๕๕ และเหล็ก-๕๙ ที่ปนกันอยู่ในเลือดโดยใช้เครื่องวัดรังสีแบบ

ซินทิลเลชันของเหลว



นางสาว ละออทิพย์ เศรษฐบุตร

004343

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

แผนกวิชาฟิสิกส์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. ๒๕๑๘

SIMULTANEOUS DETERMINATION OF IRON-55 AND IRON-59 IN
BLOOD BY LIQUID SCINTILLATION COUNTER



Miss Laorthip Sesthabutra

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science
Department of Physics
Graduate School
Chulalongkorn University
1976

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

รศ. ธีระกานต์

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการตรวจวิทยานิพนธ์

วิชัย ธีระกานต์ ประธานกรรมการ

วิชัย ธีระกานต์ -กรรมการ

วิชัย ธีระกานต์ -กรรมการ

วิชัย ธีระกานต์ -กรรมการ

อาจารย์ผู้ควบคุมการวิจัย

ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ร่มไทร สุวรรณิก

ศาสตราจารย์ วิชัย ทโยคม

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Thesis Title Simultaneous Determination of Iron-55 and Iron-59
in Blood by Liquid Scintillation Counter
Name Miss Laorthip Sesthabutra, Department of Physics.
Academic year 1975

ABSTRACT



The study of food iron absorption is made possible by a newly developed method using double radioisotopes of iron, ^{55}Fe and ^{59}Fe . Only the blood samples are taken and specimens can be conveniently measured for activities in a liquid scintillation system.

The problem lies mainly in the measurement of low energy K-x-ray emissions from ^{55}Fe in which an appropriate preparation of samples and preparation of suitable scintillants are needed to obtain satisfactory efficiency. The measurement of ^{59}Fe is straightforward.

The method of measurement is after modified Katz, et al which yields a slightly higher efficiency than that of the usual method of Eakins and Brown.

The blood sample is prepared by vigorously digestion with strong acids and an added amount ferric chloride as carrier.

The colour of the digest is removed by perchloric acid. After the residual acids have been removed, the inorganic iron content is precipitated as ferric hydroxide. After drying in an oven, the precipitate is reduced by ascorbic-hydrochloric acids and finally a clear and colourless solution of ferrous ascorbate is obtained.

The scintillants consisting of PPO and POPOP are dissolved in toluene and added with the gel, " Triton X-100 ".

The simultaneous measurement of activities of ^{55}Fe and ^{59}Fe is performed by varying the data attenuation of the liquid scintillation system in a similar fashion with adjusting a pulse height analyzer for double isotopes measurement. The net countings of ^{55}Fe will be the difference of total counts and the counts of ^{59}Fe in the ^{55}Fe region while the countings of ^{59}Fe in its energy region will be its net counts without interference from ^{55}Fe .

The model of experiments was applied in a series of subjects. The measurement as described gave satisfactory and interpretable results.



บทคัดย่อ

อาจศึกษาการดูดซึมเหล็กจากอาหารโดยใช้สารรังสีที่เป็นไอโซโทปของเหล็ก คือเหล็ก- 55 และเหล็ก- 59 โดยเจาะเลือดแล้วนำไปวัดปริมาณรังสีทั้งสองตัวที่มีอยู่ในเลือด ด้วยเครื่องวัดรังสีแบบซินทิล เลชันของเหลว

ปัญหาหลัก คือ เหล็ก- 55 ซึ่งสลายตัวโดยปล่อยรังสีเอ็กซ์ที่มีพลังงานต่ำมาก จึงต้องเตรียมสารตัวอย่าง และสารรังสีให้เหมาะสม เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการวัดสูงเป็นที่น่าพอใจ

การวัดปริมาณรังสีนั้น ได้นำวิธีของแคทซ์ และคณะ (*Katz, et al*) มาปรับปรุงให้เหมาะสมกับการทดลองที่สามารถทำได้ในห้องปฏิบัติการ โดยไม่ยุ่งยากนัก ประสิทธิภาพในการวัด - รังสีของทั้งสองไอโซโทปจะสูงกว่าวิธีของอีกินส์ (*Eakins*) และเบรวาน์ (*Brown*) (ซึ่งเป็นวิธีแพร่หลาย) เล็กน้อย

วิธีทำ ย่อยตัวอย่างเลือดด้วยกรดเข้มข้น และเติมเฟอร์ริกคลอไรด์ เพื่อทำหน้าที่เป็นแครีเออร์ แล้วใช้กรดเปอร์คลอริกกำจัดสี จากนั้น ไล้ส่วนที่เป็นกรด แล้วใช้แอมโมเนียมซัลเฟตรอกไซด์ ทำเหล็กให้ตกตะกอน เมื่ออบให้แห้งจะได้ตะกอนของเหล็กซัลเฟตรอกไซด์ แล้วใช้กรดแอสคอร์บิกในกรดเกลือละลายตะกอนดังกล่าว จนในที่สุดจะได้สารละลายที่ไม่มีสี คือเฟอร์รัสแอสคอร์เบต

สารรังสีประกอบด้วย PPO และ POPOP ซึ่งละลายในโทลูอีน แล้วเติมทริตอนเอ็กซ์-๑๐๐ เพื่อให้เป็นเยล หรืออิมัลชัน

หาปริมาณของเหล็ก- 55 และเหล็ก- 59 โดยแปรค่า " ค่าตัวแอทเทนนูเอชัน " ของเครื่องวัดรังสีแบบซินทิล เลชันของเหลว แบบเดียวกับการใช้แอนาลัยเซอร์ (Pulse height analyzer) ที่พอเหมาะสำหรับการวัดไอโซโทปรังสี คำนับวัดของเหล็ก- 55 คือผลต่างของค่านับวัดที่ได้ กับค่าของเหล็ก- 59 ซึ่งในแง่การวัดรังสีถือว่าเป็นตัวรบกวนปะปนอยู่ ส่วนค่านับวัดเหล็ก- 59 อ่านโดยตรง

ในการทดลองทำใน "ผู้อาสาทดลอง" จำนวนหนึ่ง แบ่งเป็นกลุ่มย่อยๆ ผลของการทดลองเป็นที่น่าพอใจ และสามารถแปลผลออกมาเป็นประโยชน์ในการค้นคว้าทางด้านการศึกษาเกี่ยวกับการดูดซึมเหล็กจากอาหารในไทยได้ดี

ACKNOWLEDGEMENTS

I wish to express my deep appreciation to my supervisors, Professor Dr. Romsai Suwanik, Professor Vichai Hayodom, and Assistant Professor Somlak Intrasupht, for their constant encouragement, valuable suggestions, and helpful criticisms throughout the studies. I am grateful to Assistant Professor Dr. Rudee Pleehachinda for her advice and permission to use available materials. Thanks are due to Miss Nongnuch Phasuk, Miss Sunanta Seangjeaw, and all staff members of the Nuclear Medicine Section, Department of Radiology, Faculty of Medicine Siriraj Hospital, Mahidol University. The devoted assistance of Mr. Rujaporn Chanachai is warmly appreciated. Last but not least, I thank all the subjects who participated with the studies.



CONTENTS

	<i>Page</i>
<i>Abstract</i>	iv
<i>Acknowledgements</i>	vii
<i>List of Tables</i>	ix
<i>List of Figures</i>	x
I. INTRODUCTION	1
II. BACKGROUND INFORMATION	3
III. MATERIALS AND METHODS	15
<i>MATERIALS</i>	
1. <i>Subjects</i>	15
2. <i>Reagents</i>	15
3. <i>Scintillation Gel</i>	15
4. <i>Apparatus</i>	16
5. <i>Equipment</i>	16
<i>METHODS</i>	
1. <i>Design of experiments</i>	16
2. <i>Method of Analysis</i>	18
3. <i>Preparation of Standards & Blanks</i>	20
4. <i>Activity Measurement</i>	22
5. <i>Measurement by Liquid Scint. System</i>	22
IV. RESULTS	24
<i>PHYSICAL CALIBRATION OF THE MEASURING EQUIPMENT</i>	24
1. <i>Calibration of Auto-Gamma Well Counter</i>	24
2. <i>Calibration of the Liquid Scint. System</i>	24
<i>MEASUREMENT OF SAMPLE ACTIVITIES</i>	28
1. <i>Background of Blank Counting</i>	28
2. <i>Sample Counting, Quenching Effect and the Correction</i>	33
3. <i>Calculations</i>	34
4. <i>Reproducibility of Countings</i>	34
V. DISCUSSION	51
VI. SUMMARY	53
VII. BIBLIOGRAPHY	55



LIST OF TABLES

<i>Table</i>	<i>Page</i>
I. <i>Physical Data on some radioisotopes used in Medical Diagnosis</i>	4
II. <i>Count Rates from Auto-Gamma Well at position sensitive for ^{59}Fe</i>	26
III. <i>Count Rates at various Data High Voltage</i>	29
IV. <i>Count Rates of varying Gates of High Voltage</i>	31
V. <i>Count Rates of ^{59}Fe and ^{55}Fe at optimum position for ^{59}Fe</i>	35
VI. <i>Count Rates of ^{59}Fe at optimum position for Fe-59 and at optimum position for Fe-55</i>	37
VII. <i>Reproducibility of the method</i>	39
VIII. <i>Count Rates of digested blood samples after internal standardization</i>	40
IX. <i>Per cent absorption of iron from reference dose of 181 subjects</i>	41
X. <i>Absorption of iron from reference dose</i>	43
XI. <i>Count Rates of digested blood by Liquid Scintillation system</i>	46
XII. <i>Showing the clinical results of iron absorption from reference dose and from blood</i>	47

LIST OF ILLUSTRATIONS

Figure	Page
1. The pool concept	2
2. Simplified block diagram of analyzer	8
3. Design of the experiments	17
4. Diagram illustrating steps of digestion of samples.....	21
5. The optimal operating voltage for gamma counting of ^{59}Fe	27
6. The operating point of Data H.V.	30
7. The operating point of Gate H.V.	32
8. Spectrum of ^{59}Fe and of ^{55}Fe in the position sensitive for ^{59}Fe	36
9. Spectrum of ^{59}Fe in the position sensitive for ^{59}Fe and that for ^{55}Fe	38
10. Distribution of iron absorption from reference dose of 181 subjects	42
11. Comparison of per cent absorption ^{59}Fe ferrous sulfate dose between measurement by Auto-Gamma Well and that by Liquid Scintillation system	44
12. Relation of per cent iron absorption from reference dose ferrous sulfate and that from food containing 5 and 100 mg Fe the amounts of iron from food absorption were identified at 30 % iron absorption of the reference dose	48
13. Per cent absorption of iron from food of 5 and 100 mg Fe contents at 30% iron absorption from the reference dose.....	49