

บทที่ ๘

วิธีการและผลการวิจัย

๘.๑ การถ่ายภาพรังสีเต้านม๘.๑.๑ อุปกรณ์

- ก. คนไข้ ๖๒ ราย แบ่งออกเป็น ๓ กลุ่ม
- ข. หุ่นจำลองเต้านม (แฟนทอม) เทสอพเจ็ค .
- ค. फिल्मและสกรีน
 - ๑. โกดักมินอาร์สกรีนและฟิล์ม
 - ๒. ดูปอนท์โลโคสสกรีนและฟิล์ม
 - ๓. แมมมาร์ เอ็กซ์ แอล फिल्म
 - ๔. โกดัก เอ็กซ์โอแมท เอ็มเอ फिल्म
- ง. เครื่องฉายรังสีเต้านมของโตชิบา, ฟิลลิปส์, ซี.จี.อาร์, ซีเมน
- จ. เครื่องฉายรังสีทางการแพทย์ทั่วไปของ พิคเกอร์, ฟิลลิปส์ .
- ฉ. เครื่องล้างฟิล์มอัตโนมัติรุ่น เอ็ม ๖ เอ.เอ็น ของ โกดัก และ น้ำยาล้างฟิล์มโกดักอาร์พี
- ช. เครื่องวัดความดำ เคนซิตรอน เด็นซิโตมิเตอร์ของเมทเบท

๘.๑.๒ วิธีทำการวิจัย

ก. คนไข้ในกลุ่มแรก คือ ๑๐ รายใน ๖๒ ราย ถ่ายด้วยเครื่องถ่ายภาพรังสีเต้านมของ ซีเมน โดยใช้ฟิล์มแมมมาร์ เอ็กซ์แอล, โกดักเอ็กซ์โอแมท เอ็มเอ फिल्म (ทั้งสองนี้เป็นนอนสกรีนฟิล์ม) และโกดักมินอาร์สฟิล์ม/สกรีน เทคนิคเอ็กซ์โพเจอะที่ใช้ คือ ๓๐ เควี ๑๕๐-๒๐๐ เอ็มเอ ๑-๖ วินาที ให้หลอดรังสีเอ็กซ์อยู่ห่างจากผิวของเต้านม ๔๐ นิ้ว ทุกราย

ข. คนไข้ในกลุ่มที่สอง จำนวน ๑๒ ราย ถ่ายด้วยเครื่องถ่ายภาพรังสีเต้านมของโตชิบา โดยใช้โกดักเอ็กซ์โอแมท เอ็มเอ फिल्म และ โกดักมินอาร์สฟิล์ม/สกรีน เทคนิคเอ็กซ์โพเจอะที่ใช้คือ ๒๑ เควี ๑๐๐ เอ็มเอ ๐.๑-๓.๕ วินาทีให้โคนของหลอดรังสีเอ็กซ์อยู่ห่างจากผิวของเต้านม ๔๐ นิ้ว

ค. คนไข้กุ่มที่สามจำนวน ๑๐ ราย ถ่ายด้วยเครื่องถ่ายภาพรังสีเต้านมของฟิลลิปส์ โดยใช้โกดักเอ็กซ์โอแมท เอ็มเอ फिल्म และโกดักมินอาร์ฟิล์ม/สกรีน ใช้ขนาดเอ็กซ์โพเจอะ ๒๕ เควี ๑๐๐-๑๕๐ เอ็มเอ ๐.๓-๒ วินาที ให้โคนของหลอดรังสีเอ็กซ์อยู่ห่างจากเต้านม ๔๐ นิ้ว

ง. คนไข้กุ่มที่สี่จำนวน ๑๕ ราย ถ่ายด้วยเครื่องถ่ายภาพรังสีเต้านม ซี.จี.อาร์ เชนโนกราฟ โดยใช้โกดักเอ็กซ์โอแมท เอ็มเอ फिल्म และโกดักมินอาร์ฟิล์ม/สกรีน ใช้ขนาดเอ็กซ์โพเจอะ ๓๕ เควี ๑๐๐-๑๕๐ เอ็มเอ ๐.๑-๕ วินาที ให้โคนของหลอดรังสีอยู่ห่างจากผิวของเต้านม ๒๖ นิ้ว

จ. คนไข้กุ่มที่ห้าจำนวน ๕ ราย โดยถ่ายจากเครื่องถ่ายภาพรังสีธรรมดา ใช้วิธีถอดเอาแผ่นโลหะอลูมิเนียมกรองรังสีออก โดยใช้ฟิล์มโกดักเอ็กซ์โอแมท เอ็มเอ फिल्म และ โกดักมินอาร์ฟิล์ม/สกรีน ใช้เทคนิคเอ็กซ์โพเจอะขนาด ๔๐ เควี ๑๕๐-๒๐๐ เอ็มเอ ๒-๕ วินาที

ฉ. คนไข้กุ่มที่ ๖ จำนวน ๑๐ ราย ถ่ายจากเครื่องถ่ายรังสี ซี.จี.อาร์ เชนโนกราฟ โดยใช้ฟิล์มโกดักมินอาร์ฟิล์ม/สกรีน และดูปอนท์โลโดสฟิล์ม/สกรีน โดยใช้เทคนิคเอ็กซ์โพเจอะ ๓๕ เควี ๘-๑๐ เอ็มเอ ๑-๓๐ วินาที อยู่ห่างจากผิวเต้านม ๒๔ นิ้ว

ช. ใช้แพนธอมเต้านมถ่ายด้วยดูปอนท์โลโดสฟิล์ม/สกรีน และโกดักมินอาร์ฟิล์ม/สกรีน

ซ. สร้างแคแรคเตอร์ริสติกเคียบของฟิล์มโกดักมินอาร์และดูปอนท์โลโดส จาก เทสออฟ-เจค ส่วนที่เป็นสเต็ปเวตจ

ณ. สร้างแคแรคเตอร์ริสติกเคียบของฟิล์มโกดักเอ็กซ์โอแมทเอ็มเอฟิล์ม โกดักมินอาร์ฟิล์ม, แมมมาร์ เอ็กซ์แอล และฟิล์มดูปอนท์โลโดสด้วยเครื่องไลซเซนซิโตมิเตอร์

๘.๑.๓ หลักการวิจัย

ก. สำหรับการถ่ายภาพรังสีเต้านมของคนไข้นั้น พิจารณาจากภาพรังสีที่ส่งจากตู้อ่านฟิล์ม ซึ่งแพทย์สามารถวินิจฉัยได้ตามปกติ

ข. สำหรับการถ่ายภาพเต้านมจำลอง และ เทส ออปเจคนั้น (ในที่นี่ใช้ระบบ โกดักมินอาร์และดูปอนท์โลโดส เท่านั้น) ใช้หลักการปรับเทคนิคโดยให้บริเวณพื้นของ เทสออปเจคมีความดำเท่ากับ ๑.๒-๑.๕ โดยคำนวณจากแคแรคเตอร์ริสติกเคียบ ซึ่งสร้างจากส่วนที่เป็นสเต็ปเวตจ ใน เทสออปเจค

ค. หาแคแรคเตอร์ริสติกเคียบด้วยการเอ็กซ์โพสฟิล์มจาก เซนซิโตมิเตอร์รุ่น ๑๐๑ ของโกดัก

๘๑.๔ ข้อมูลจากการทดลอง

ตารางที่ ๘.๑ ข้อมูลการถ่ายภาพรังสีเต้านมจากคนไข้ทั้งหมด ๖๒ ราย

ชนิดของ เครื่องถ่ายภาพรังสีเต้านม	ชนิดของฟิล์ม/สกรีน	จำนวนคนไข้		เฉลี่ย เอ็ม เอ เอส	เควี
		เต้านมหนา ๓ ซม.	เต้านมหนา ๔ ซม.		
ซีเมน	แมมมาร์ เอ็กซ์แอล	๔	๖	๗๗๐	๓๐
	โกดัก เอ็กซ์โอแมท เอ็มเอ ฟิล์ม	๔	๖	๔๕๐	๓๐
	โกดักมินอาร์ฟิล์ม/สกรีน	๔	๖	๒๕	๓๐
โตชิบา	โกดัก เอ็กซ์โอแมท เอ็มเอ ฟิล์ม	๖	๖	๓๒๐	๒๑
	โกดักมินอาร์ฟิล์ม/สกรีน	๖	๖	๑๒	๒๑
ฟิลลิปส์	โกดัก เอ็กซ์โอแมท เอ็มเอ ฟิล์ม	๗	๓	๓๕๐	๒๕
	โกดักมินอาร์ฟิล์ม/สกรีน	๗	๓	๑๔	๒๕
ซี.จี.อาร์ เซนโนกราฟ	โกดัก เอ็กซ์โอแมท เอ็มเอ ฟิล์ม	๙	๗	๓๐๐	๓๕
	โกดักมินอาร์ฟิล์ม/สกรีน	๙	๗	๑๐	๓๕
ซี.จี.อาร์ เซนโนกราฟ	โกดักมินอาร์ฟิล์ม/สกรีน	-	๑๐	๔	๓๕
	ดูปอนท์โลโดสฟิล์ม/สกรีน	-	๑๐	๒๑	๓๕
เครื่องถ่ายภาพรังสี ธรรมดาของฟิลลิปส์	โกดัก เอ็กซ์โอแมท เอ็มเอ ฟิล์ม	๓	๒	๑,๒๐๐	๓๗
	โกดักมินอาร์ฟิล์ม/สกรีน	๓	๒	๑๓๐	๓๗
	แมมมาร์ เอ็กซ์ แอล	๓	๒	๒,๔๐๐	๓๗

ผลการทดลอง

ตารางที่ ๔.๒

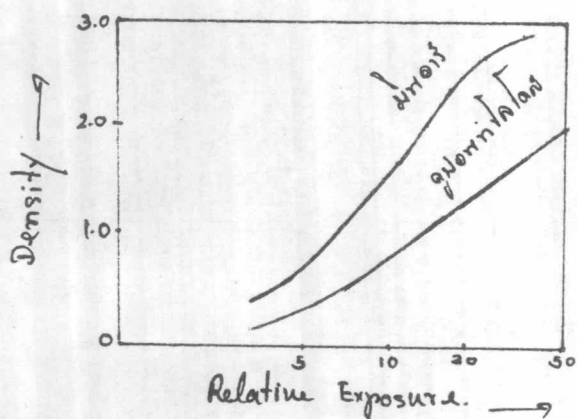
เปรียบเทียบขนาด เล็กที่สุดของ เนื้อเยื่อที่ระบบโกดักมินอาร์ และดูปอนท์โลโดส

สามารถที่จะบันทึกได้และโคลสที่คนไข้จะได้รับ

	<u>เนื้อเยื่อลักษณะเป็นจุด</u>	<u>ไฟบริล</u>	<u>ก้อนเนื้อ</u>	<u>โตส</u>
ระบบโกดักมินอาร์	๐.๑๘ มม.	๐.๕๐ มม.	กว้าง ๒.๓๘ หนา ๐.๘๑	๐.๗๔ R
ระบบดูปอนท์โลโดส	๐.๑๘ มม.	๐.๔๐ มม.	กว้าง ๒.๓๘ หนา ๐.๘๑	๑.๗๑ R

กราฟแสดง เปรียบเทียบคุณสมบัติของฟิล์มซึ่งถ่ายจากระบบดูปอนท์โลโดสและโกดักมินอาร์

จากแผนธอม



ตารางที่ ๔.๓

แสดงค่าเปรียบเทียบคุณสมบัติของความไวสัมพัทธ์

	<u>กรอสฟอก</u>	<u>คอนทราสท</u>	<u>สปีด</u>	<u>เอ็กซ์โพเนเจอร์</u>
โกดักมินอาร์ฟิล์ม/สกรีน	๐.๑๔	๒.๒	๒,๑๐๐	๑.๐
ดูปอนท์โลโดสฟิล์ม/สกรีน	๐.๑๖	๒.๐	๑,๐๐๐	๐.๔
โกดักเอ็กซ์โอแมท เอ็ม เอ ฟิล์ม	๐.๒๐	๑.๗	๑,๐๐๐	๐.๐๔
แมมมาร์ เอ็กซ์แอล	๐.๒๕	๑.๖	๖๐	๐.๐๖

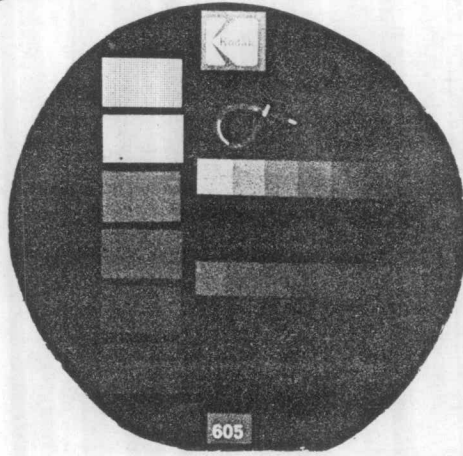
ภาพชุดที่ ๑

ภาพรังสีเทสออฟเจ็คส์สำหรับเต้านมโดยใช้

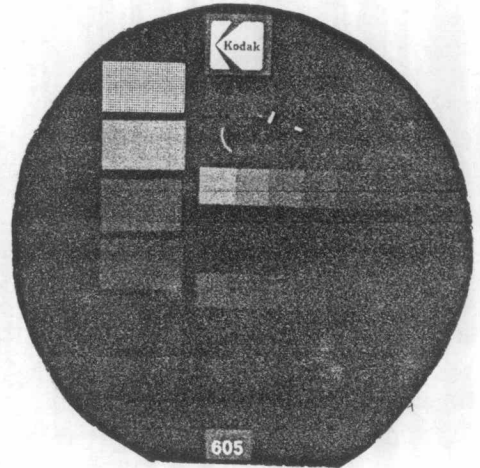
๑. ระบบดอปอนท์โลโดส

๒. ระบบโกดักมินอาร์

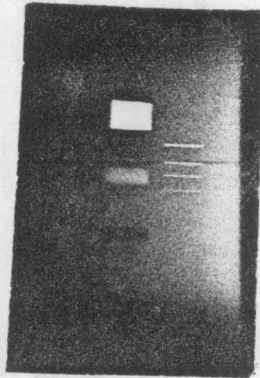
1.1 35 KV 50 MaS



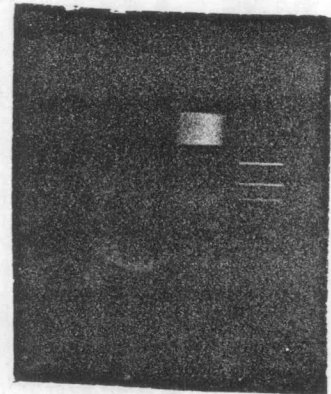
2.1 35 KV 50 MaS



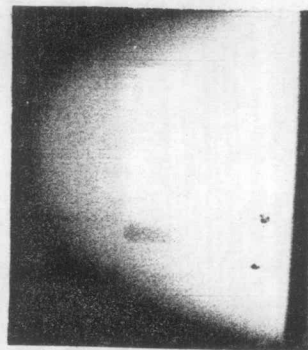
1.2 35 KV 30 MaS



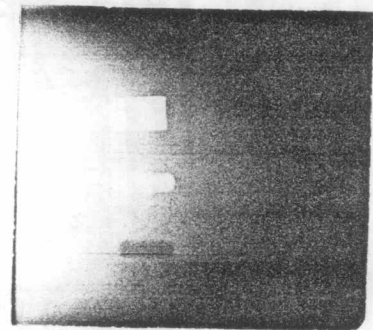
2.2 35 KV 80 MaS



1.3 35 KV 24 MaS



2.3 35 KV 14 MaS

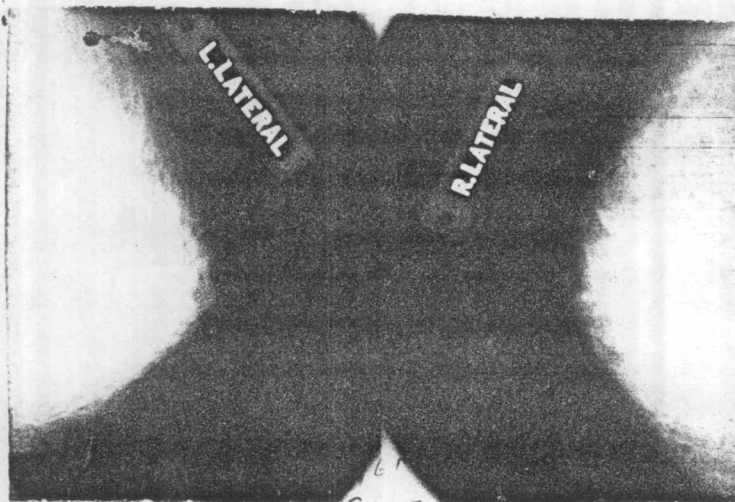


ตัวอย่างภาพรังสีเต้านม โดยถ่ายจากเครื่องโตชิบา

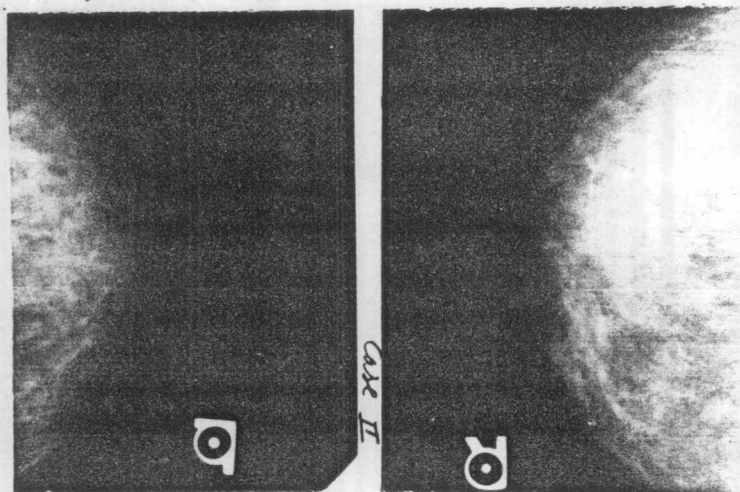
โดยใช้ ๑. फिल्मเอกซโอแมท เอ็ม เอ

๒. โกดักมินอาร์ฟิล์ม/สกรีน

1. 21 KV 320 MaS



2. 21 KV 12 MaS

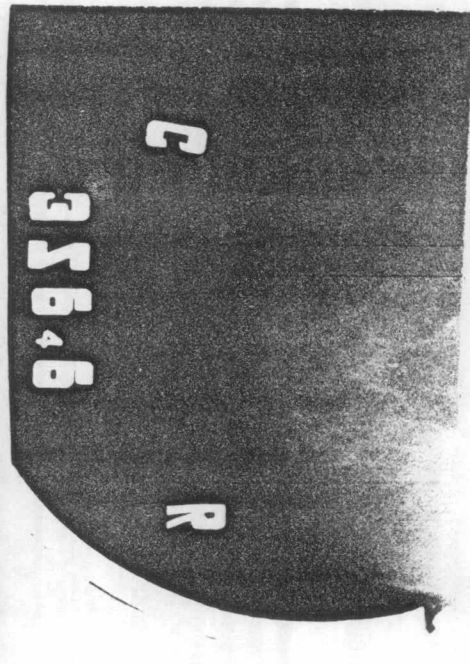


ตัวอย่างภาพรังสีเต้านมโดยถ่ายจากเครื่องฟิลลิปส์

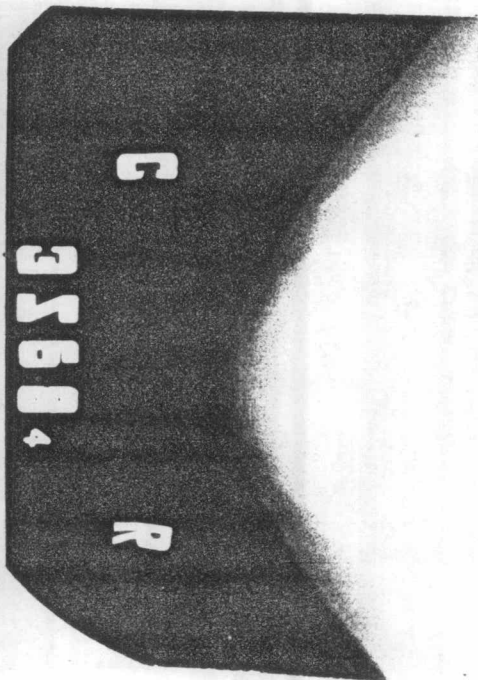
๑. ฟิล์มเอกซไอแมท เอ็ม เอ

๒. โกดักมินอาร์ฟิล์ม/สกรีน

1. 25 KV 350 MaS



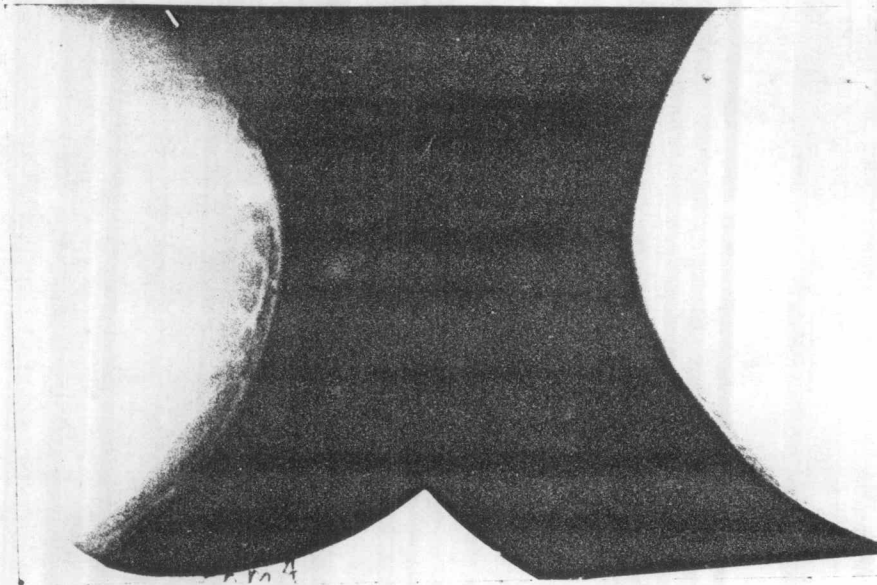
2. 25 KV 14 MaS



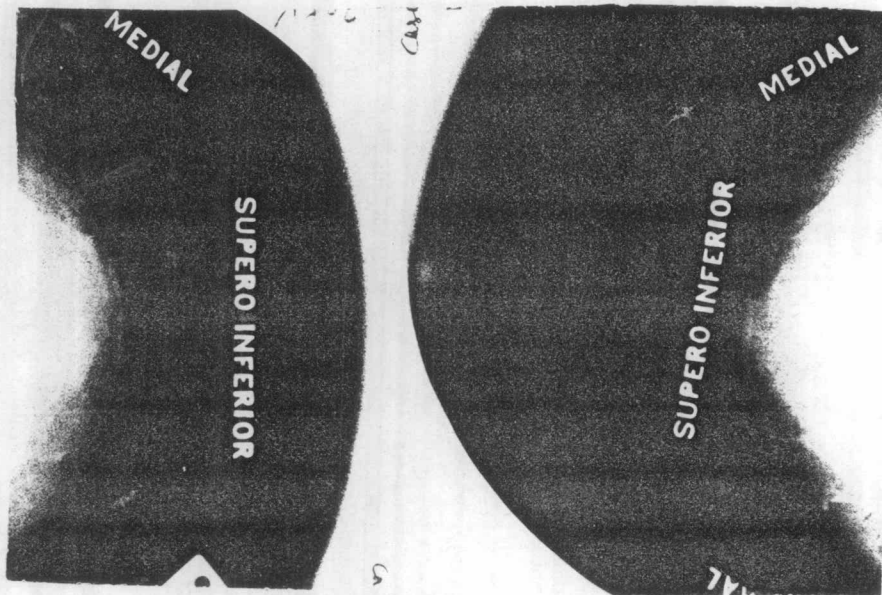
ตัวอย่างภาพรังสีเต้านมโดยถ่ายจากเครื่อง ซีซีอาร์ เชนโนกราฟ โดยใช้

- ๑. ฟิล์ม โกดัก เอ็กซ์โอเมท เอ็ม เอ
- ๒. โกดักมินอาร์ฟิล์ม/สกรีน

1. 35 KV 300 MaS



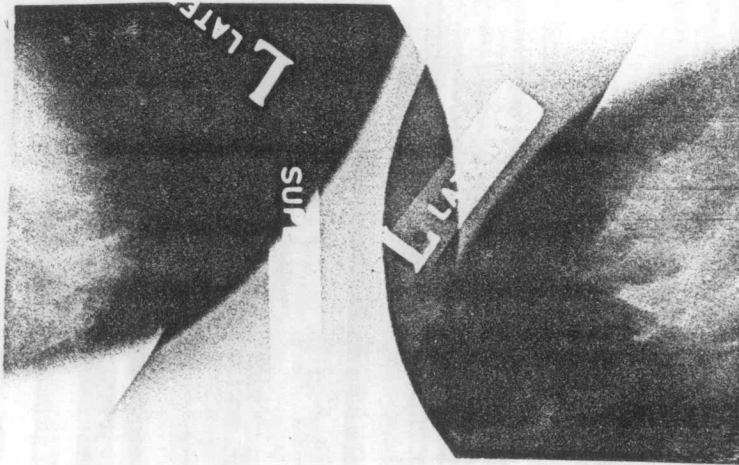
2. 35 KV 10 MaS



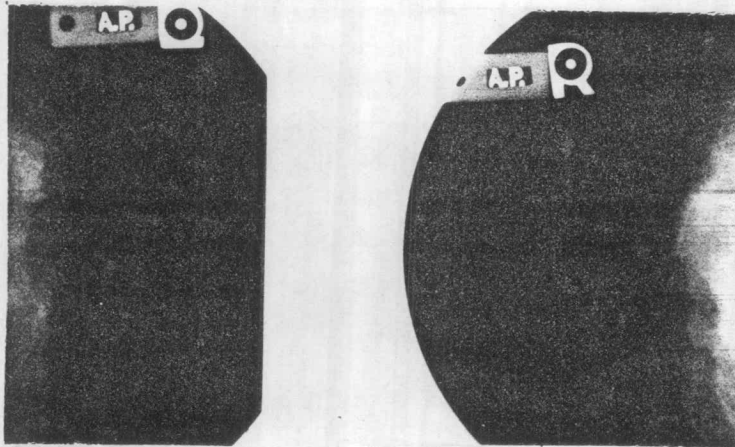
ตัวอย่างภาพรังสีเต้านมโดยถ่ายจากเครื่องซีเมนต์ โดยใช้ฟิล์ม

๑. แมมมารี เอ็กซ์แอล
๒. โกดักเอ็กซ์โอแมท เอ็ม เอ
๓. โกดักมินอาร์ฟิล์ม/สกรีน

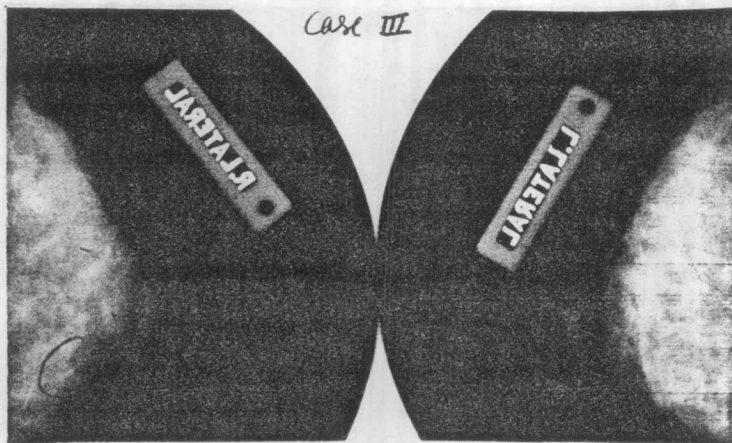
1. 30 KV
770 MaS



2. 30 KV
450 MaS



3. 30 KV
25 MaS

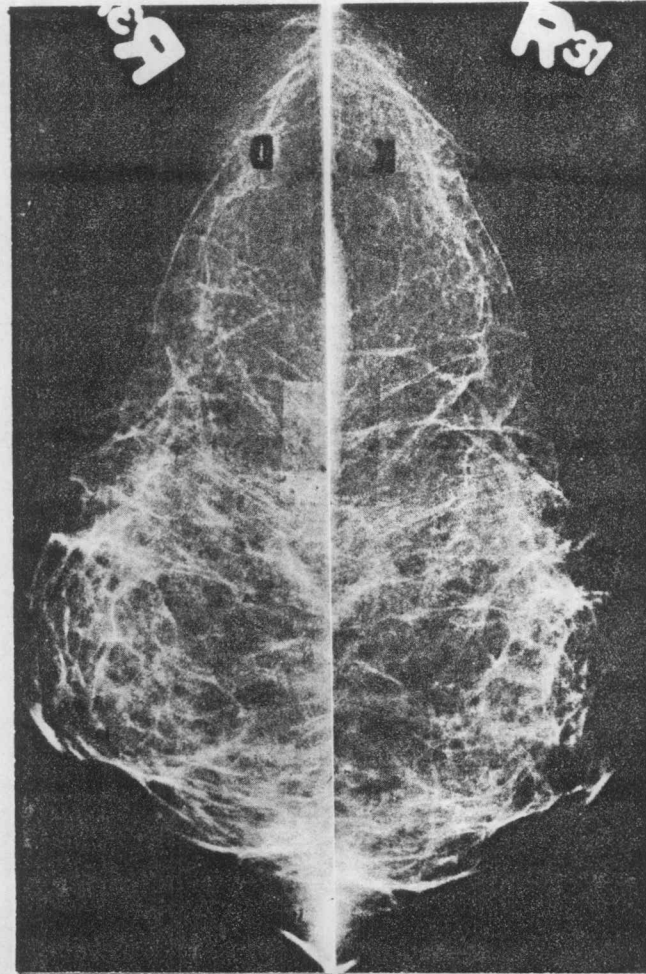


ภาพชุดที่ ๖

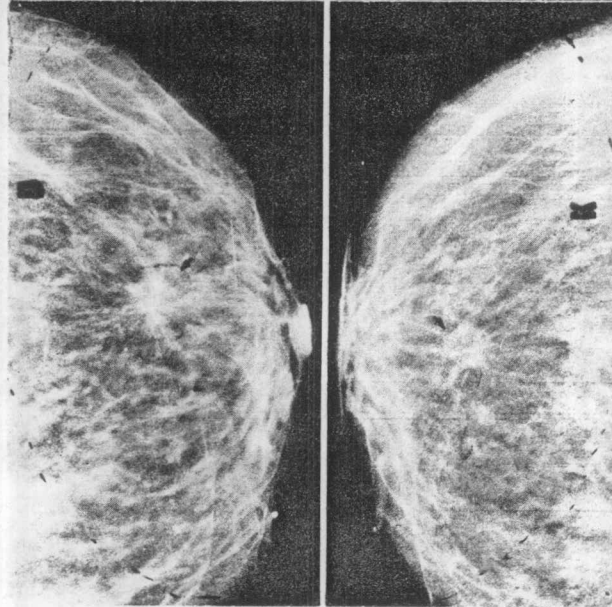
ตัวอย่างภาพรังสีเต้านม โดยถ่ายจากเครื่องถ่ายภาพ ซีซีอาร์ เซนโนกราฟ โดยใช้

- ๑. ระบบโกดักมินอาร์ฟิล์ม/สกรีน
- ๒. ระบบดูปอนท์โลโดสฟิล์ม/สกรีน

6.1



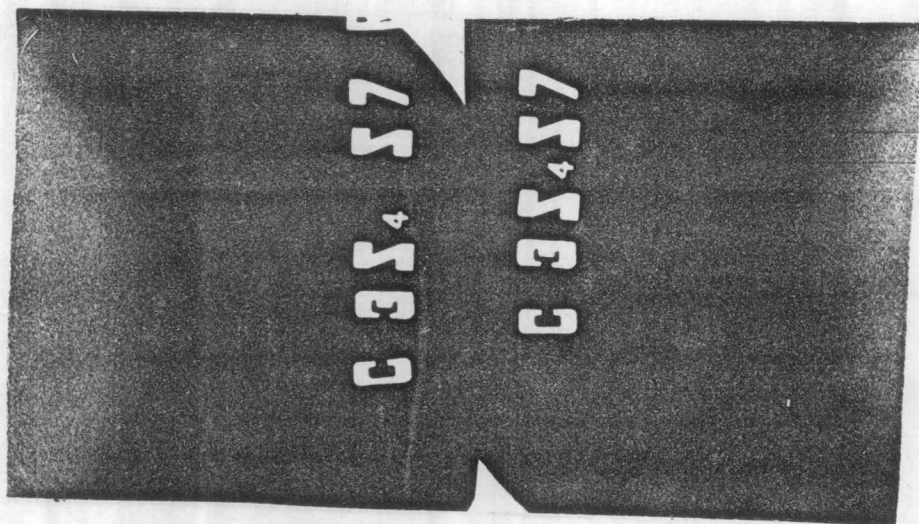
6.2



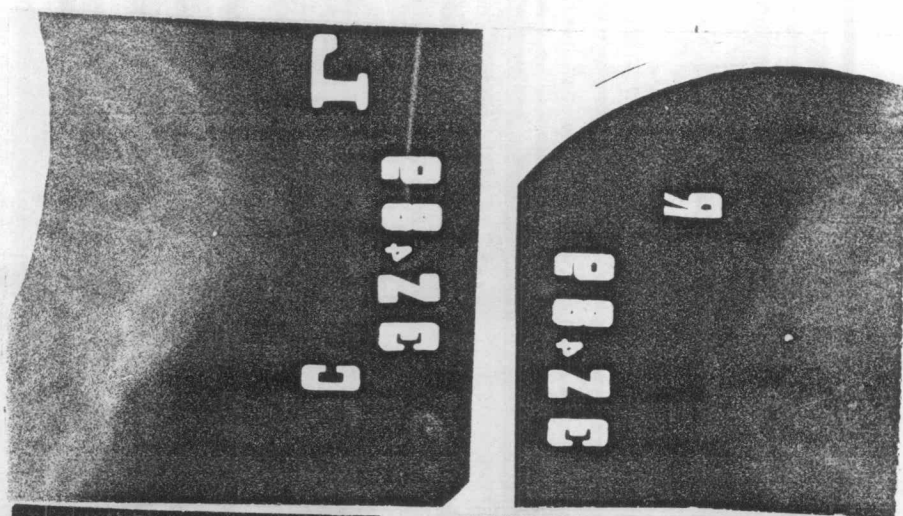
ภาพชุดที่ ๗

ตัวอย่างภาพรังสีเต้านมถ่ายจากเครื่องถ่ายภาพรังสีธรรมดาโดยถอดเอาแผ่นฟิลเตอร์ออก

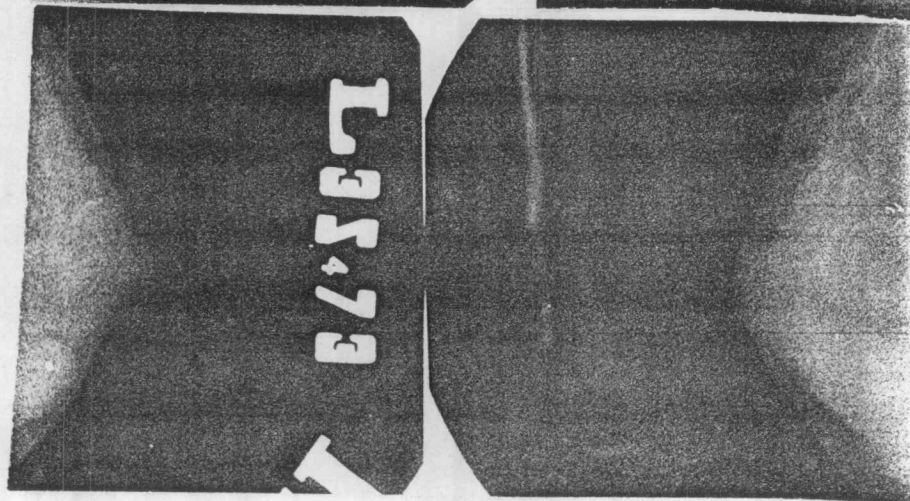
- ๑. โกดักเอ็กซ์โอเมท เอ็มเอ ฟิล์ม
- ๒. โกดักมินอาร์ฟิล์ม/สกรีน แมมมาร์ เอ็กซ์แอล



1. 37 KV
1200 MaS



2. 37 KV
130 MaS



3. 37 KV
2400 MaS



๘.๑.๕ ผลการทดลอง

๘.๑.๕.๑ จากข้อมูลตามตารางที่ ๘.๑ ได้ผลสรุปดังนี้

ก. การถ่ายภาพรังสี เต้านมโดยวิธีนอนสกรีนเมทออดนั้นจะต้องใช้ปริมาณรังสีมากกว่า สกรีนเมทออดเฉลี่ย ๒๓.๓๗ เท่า จากเครื่องถ่ายภาพรังสี เต้านม และเฉลี่ย ๑๐ เท่า จากเครื่องถ่ายภาพรังสีธรรมดา ดังนั้น การถ่ายภาพรังสี เต้านมจากเครื่องถ่าย เต้านมโดยเฉพาะ จะใช้ปริมาณรังสีน้อยกว่าการถ่ายจากเครื่องธรรมดาเฉลี่ย ๑๐ เท่า และเมื่อเปรียบเทียบคุณภาพทางภาพรังสี โดยดูจากตุ๋อ่านฟิล์มนั้น ปรากฏว่าภาพจากการถ่ายโดยเครื่องภาพรังสีธรรมดาจะมีคอนทราสต่ำมาก และระดับการเกิดฟอกบนฟิล์มสูงมาก ทำให้ภาพขาดความคมชัด และสูญเสียรายละเอียดไปมาก ทั้งนี้เนื่องจากพลังงานรังสีเอ็กซ์สูงกว่ารังสีเอ็กซ์ที่ออกจากเครื่องถ่าย เต้านมโดยเฉพาะ

ข. เมื่อเปรียบเทียบการถ่ายภาพรังสี เต้านมจาก เครื่องถ่ายภาพรังสี เต้านมโดยใช้ฟิล์มโกดักเอ็มเอฟิล์ม และแมนมาร์ เอ็กซ์แอล โดยให้ค่าเควีคิงที่นั้น ปรากฏว่า ที่ระดับความดำที่เท่ากัน ปริมาณรังสีที่ต้องให้แก่ฟิล์มโกดักเอ็มเอฟิล์มน้อยกว่า แมนมาร์ เอ็กซ์แอล ถึง ๑.๗๕ เท่า (ซึ่งทั้งสอง เป็นนอนสกรีนฟิล์ม)

ค. เมื่อเปรียบเทียบการถ่ายภาพรังสี เต้านมโดยใช้ฟิล์มโกดักเอ็มเอฟิล์ม และโกดักมินอาร์ฟิล์ม/สกรีน จากการถ่ายจากเครื่องถ่ายภาพรังสี เต้านมชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิจัยนี้พบว่า การใช้ระบบโกดักมินอาร์นี้ สามารถลดปริมาณรังสีที่จะต้องให้ลงถึงเฉลี่ย ๒๔.๗ เท่า โดยใช้ค่าเควีในช่วง ๒๑-๓๕ เควี ทั้งยังได้ภาพที่ให้รายละเอียดดีกว่า คอนทราสและความคมชัดของภาพสูงกว่าอีกด้วย

ง. เมื่อเปรียบเทียบระบบโกดักมินอาร์ฟิล์ม/สกรีน และ ระบบดูปอนท์โลโดสฟิล์ม/สกรีน โดยถ่ายจากเครื่องถ่ายเดียวกันพบว่า ทั้งสองระบบที่ให้คุณภาพของภาพรังสีดีกว่า ระบบ นอนสกรีนเมทออด และใช้ปริมาณรังสีในการเอ็กซ์โพเจอะต่ำกว่า โดยที่ระบบโกดักมินอาร์จะต่ำกว่าระบบดูปอนท์โลโดส เฉลี่ย ๒.๓ (จากผลการวิจัยโดยถ่ายจากคนไข้ทั่วไป)

จ. ภาพที่ถ่ายจากระบบนอนสกรีนนั้น ฟิล์มโกดักเอ็กซ์โอแมท เอ็มเอ ฟิล์ม จะให้ภาพที่มีความคมชัดและรายละเอียดของภาพดีกว่าฟิล์มแมนมาร์ เอ็กซ์แอล

ฉ. เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพของภาพรังสีที่ถ่ายจากฟิล์มแมนมาร์ เอ็กซ์แอล โกดักเอ็กซ์โอแมท เอ็มเอ โกดักมินอาร์ฟิล์ม/สกรีน และดูปอนท์โลโดสฟิล์ม/สกรีน นั้น จากภาพจะพบว่าภาพจากการใช้ระบบสกรีนทั้งสองให้ภาพทางคุณภาพทางภาพรังสีดีกว่าระบบนอนสกรีนของฟิล์มทั้งสองชนิด

ข. เปรียบเทียบคุณภาพของภาพรังสีด้านมระหว่างการใช้ระบบดูปอนท์โลโดสฟิล์ม/สกรีน และโกดัก มินอาร์ฟิล์ม/สกรีน ได้ว่า

๑. ภาพที่ถ่ายด้วยโกดักมินอาร์ดีกว่าดูปอนท์ คือ สามารถแยกให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างส่วนที่ภาพไขมันและส่วนที่มีความหนาที่ผิดปกติของกล้ามเนื้อภายในเต้านมได้ชัดเจนกว่า ดังภาพชุดที่ ๖.๑ และนอกจากนี้ยังสามารถแยกให้เห็นถึงส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อดี และเนื้อเยื่อที่เป็นมะเร็ง, เนื้ออกธรรมดา และเนื้ออกร้ายอีกด้วย ดังภาพชุดที่ ๖.๒ ตลอดจนเนื้อเยื่อที่มีแคลเซียมเกาะอยู่ทั้งในเนื้อเยื่อธรรมดาและเนื้อเยื่อมะเร็ง ได้อย่างละเอียดกว่า ชัดเจนกว่าฟิล์มดูปอนท์ ;

๒. จากการเปรียบเทียบคุณสมบัติของฟิล์มจาก แคแรคเตอร์สติกเค็อบ จะเห็นได้ว่า

- ก. ฟิล์มมินอาร์ มีฟิล์มคอนทราสต์สูงกว่า
- ข. ฟิล์มดูปอนท์มีแลทธิที่วัดกว้างกว่าฟิล์มมินอาร์ เล็กน้อย

๓. ประสิทธิภาพในการบันทึกภาพของฟิล์มทั้งสองชนิด จากการทดลองถ่ายจากแท่งจำลองเทสออฟเจค ได้ผลว่า

ก. ลักษณะที่เป็นจุด ฟิล์มทั้งสองชนิดสามารถบันทึกได้ในขนาดที่เล็กมากถึง ๐.๑๘ มม. เช่นเดียวกัน แต่ฟิล์มมินอาร์จะให้ความชัดของภาพที่ดีกว่า

ข. เนื้อเยื่อที่เป็นชนิดไฟบริล (Fibrils) ฟิล์มดูปอนท์สามารถบันทึกได้ละเอียดกว่าฟิล์มมินอาร์ คือ สามารถบันทึกได้ในขนาดเล็กถึง ๐.๔๑ มม. แต่ฟิล์มมินอาร์บันทึกได้ขนาด ๐.๕ มม. ทั้งนี้เป็นเพราะฟิล์มดูปอนท์มีความไวของฟิล์มน้อยกว่าฟิล์มมินอาร์ จึงต้องให้การเอ็กซโพเจอะมากกว่าฟิล์มจึงได้รับรังสีเอ็กซมากกว่าฟิล์มมินอาร์ ซึ่งจากผลที่ได้นี้จึงสรุปได้ว่า ในการถ่ายภาพรังสีเอ็กซของเนื้อเยื่อประเภทไฟบริลนั้น ถ้าต้องการให้ได้ภาพที่แสดงถึงรายละเอียดส่วนที่มีขนาดเล็กได้มากเพียงใดก็ต้องเพิ่มขนาดเอ็กซโพเจอะให้สูงขึ้นเป็นลำดับ

ค. สำหรับเนื้อเยื่อที่เป็นกล้ามเนื้อธรรมดา นั้น ประสิทธิภาพในการบันทึกภาพของฟิล์มทั้งสองเท่ากัน คือ บันทึกได้ในขนาดหน้า ๐.๘๑ มม. เส้นผ่าศูนย์กลาง ๒.๓๔ มม.

ง. จากการปรับค่าของเครื่องโฟโตโทมเมอร์ ในขณะที่ทำการเอ็กซโพเจอะเพื่อให้

เหมาะสมกับฟิล์มทั้งสองนี้ โดยฟิล์มดูปอนท์ตั้งที่ ๔.๕ และฟิล์มมินอาร์ตั้งที่ ๓.๕ พบว่า ในการใช้ฟิล์มมินอาร์นั้น จะต้องให้รังสีเอ็กซ์ ๐.๗๑ อาร์ ส่วนกับฟิล์มดูปอนท์นั้นจะต้องใช้ถึง ๐.๗๔ อาร์ ซึ่งแสดงว่าในการใช้ผลิตภัณฑ์โกดักมินอาร์นั้น สามารถลดปริมาณรังสีลงได้ถึง ๕๗%

๔. เนื่องจากคุณสมบัติของสารฟอสฟอรัสที่ใช้ทำแผ่นสกรีน พวกแคลเซียมทั้งสแตนนั้น มีคุณสมบัติในการดูดกลืนรังสีและการให้แสง เรืองออกมาคงที่ไม่แปรเปลี่ยนไปตามพลังงานของรังสีเอ็กซ์ ส่วนสารฟอสฟอรัสพวกสารประกอบบาเรียมนั้น ประสิทธิภาพในการดูดกลืนรังสีเอ็กซ์แปรเปลี่ยนไปตามระดับพลังงานของรังสีเอ็กซ์ โดยเฉพาะในช่วง ๓๐-๖๐ เควี จะมีประสิทธิภาพน้อยกว่าที่ควรจะเป็น เมื่อพลังงานสูงกว่า ๗๐ เควี ขึ้นไป ประสิทธิภาพดังกล่าวจะคงที่ ซึ่งในการทดลองนี้พบว่า เมื่อใช้ ๕๕ เควี นั้น โกดักเอ็กซ์โอมาติก เร็คกูล่าสกรีน มีความไวกว่าแคลเซียมทั้งสแตนสกรีน ชนิดพาสปิดเพียง ๓๐% แทนที่จะเป็น ๑๐๐% ซึ่งเป็นไปตามคุณสมบัติของสารฟอสฟอรัส

๘.๒ การถ่ายภาพรังสีแขนขา

๘.๒.๑ อุปกรณ์

- | | |
|---|-------------------------|
| ก. แท่งอลูมิเนียมสเตฟเวดจ | |
| ข. แผ่นธอมมื่อ | |
| ค. เคนซิโตมิเตอร์ของ เมค เบ็ท | |
| ง. โกดัก เซนซิโตมิเตอร์ รุ่น ๑๐๑ | |
| จ. เครื่องถ่ายภาพรังสีธรรมดาของซีเมนส์ | |
| ฉ. เครื่องล้างฟิล์มอัตโนมัติของโกดักเอ็กซ์โอแมท เอ็ม ๗ เอ | |
| ช. ฟิล์ม | |
| โกดักอาร์พีเอ็กซ์โอแมท | ซี.อี.เอ. |
| อี๊กฟ้า | โกดักมินอาร์ |
| ดูปอนท์ | ดูปอนท์โลโดส |
| ฟูจิ | โกดักเอ็กซ์โอแมทจี |
| ซากูระ | โกดักเอ็กซ์โอแมท เอ็มเอ |

๘.๒.๒ วิธีทำการวิจัย

๑. ถ่ายภาพสเตปเวจที่ได้รับการแคลลิเบรทแล้ว โดยใช้ฟิล์มชนิดต่าง ๆ ดังกล่าวข้างท้ายร่วมกับแคลเซียมทั้งสเตทสกรีน ชนิดพาสปิด โดยใช้เทคนิคเอ็กซ์โพเจอะขนาด ๕๕ เควี ๒๔ เอ็มเอเอส ระยะจากจุดโฟกัสถึงแผ่นฟิล์ม ๔๐ นิ้ว โดยใช้ลুমินีเยมฟิลเตอร์หนา ๒ มม. ซึ่งเทคนิคเอ็กซ์โพเจอะนี้คำนวณได้จากการปรับให้ความดำขั้นที่ ๑๑ ของภาพสเตปเวจบนแผ่นฟิล์มโกดักอาร์พี มีค่าความดำเท่ากับ ๑ (ซึ่งจะใช้ปรับกับฟิล์มอื่นก็ได้) ความดำของแต่ละชั้นของภาพสเตปเวจนี้ วัดจากเครื่องเดนซิโตมิเตอร์ของเมคเบ็ท วิธีการนี้เป็นการพิจารณาเปรียบเทียบขนาดความไวของฟิล์ม ภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน โดยคำนวณจากค่าที่แคลลิเบรทไว้ของแท่งสเตปเวจที่ใช้

๒. สร้างแคแรคเตอริสติกเคือบของฟิล์มชนิดต่าง ๆ โดยให้ฟิล์มเหล่านี้ได้รับการเอ็กซ์โพสจากเครื่องโกดัก โพรเซส คอนโทรล เซนซิโตมิเตอร์ รุ่น ๑๐๑ นำค่าความดำที่วัดได้จากชั้นต่าง ๆ บนแผ่นฟิล์ม และภายหลังผ่านขบวนการล้างฟิล์มแล้วนั้นไปสร้างกราฟเพื่อหาค่า กรอสฝอก ความไว และเอเวอเรจ แกรติเอ็นท ของฟิล์มแต่ละชนิด

๓. ถ่ายภาพรังสีมือ ซึ่งมือนี้เป็นมือจำลอง (แฟนทอม) ที่มีส่วนประกอบและคุณสมบัติในการดูดกลืนรังสีเอ็กซ์คล้ายกับของจริงทุกประการ โดยใช้เทคนิคเอ็กซ์โพเจอะขนาด ๕๕ เควี ๖ เอ็มเอเอส ระยะจากจุดโฟกัสถึงฟิล์ม ๔๐ นิ้ว เมื่อใช้สกรีนชนิดแคลเซียมทั้งสเตท พาสปิด และ ๕๕ เควี ๔ เอ็มเอเอส ระยะจากจุดโฟกัสถึงฟิล์ม ๔๐ นิ้ว เมื่อใช้กับโกดักเอ็กซ์โอแมท เร็คกูล่า สกรีน

๔. ถ่ายภาพรังสีเอ็กซ์ของมือจำลองด้วยเทคนิคเฉพาะดังนี้

ก. โกดักมินอาร์ฟิล์มและโกดักมินอาร์สกรีน ใช้ขนาดเอ็กซ์โพเจอะ ๕๕ เควี ๑๓ เอ็มเอเอส ระยะ ๔๐ นิ้ว

ข. โกดักเอ็กซ์โอมาติก ไพน สกรีน และโกดักเอ็กซ์โอแมท จี ฟิล์ม ใช้ขนาดเอ็กซ์โพเจอะ ๕๕ เควี ๒๒ เอ็มเอเอส ระยะ ๔๐ นิ้ว

ค. ใช้สกรีนชนิดแคลเซียมทั้งสเตท ชนิด ดีเทลสกรีน กับ ฟิล์มดูปอนท์ โครเน็ช ใช้เทคนิค ๕๕ เควี ๑๒ เอ็มเอเอส ระยะ ๔๐ นิ้ว

ง. ใช้กับ โกดักเอ็กซ์โอแมท เอ็ม ฟิล์ม ใช้ขนาดเอ็กซ์โพเจอะ ๕๕ เควี ๑๖๐ เอ็มเอเอส

เทคนิคที่ใช้ทั้งหมดนี้เป็น เทคนิคที่ได้ปรับให้ระดับความดำของยริเวณที่กำหนดไว้นั้นเท่ากัน และใช้เครื่องถ่ายของซีเมนตโดยมีแผ่นกรองรังสีเป็นแผ่นโลหะอลูมิเนียมหนา ๒ มม. ล้างฟิล์มด้วยน้ำยาโกดักอาร์พีเอ็กซ์โอแมท และ เครื่องล้างฟิล์มอัตโนมัติของโกดัก รุ่น เอ็ม ๗ เอ

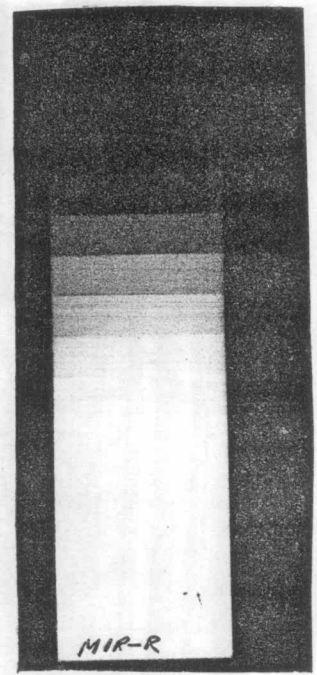
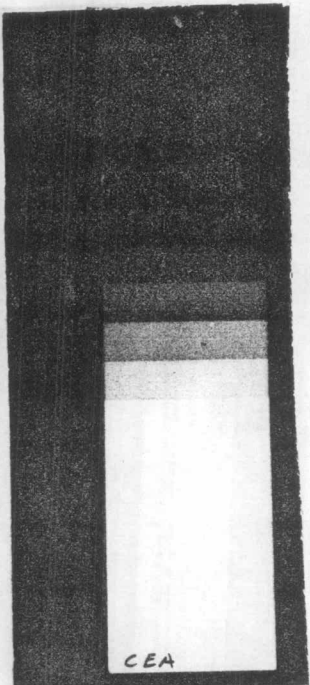
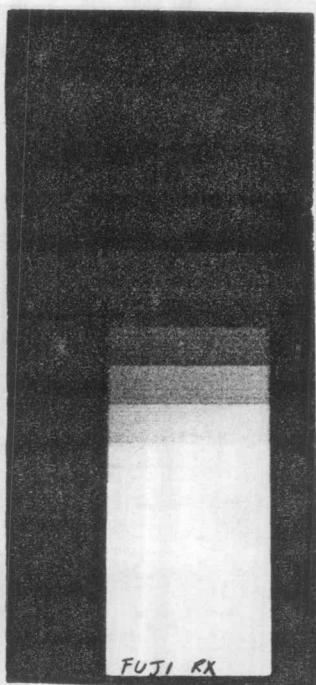
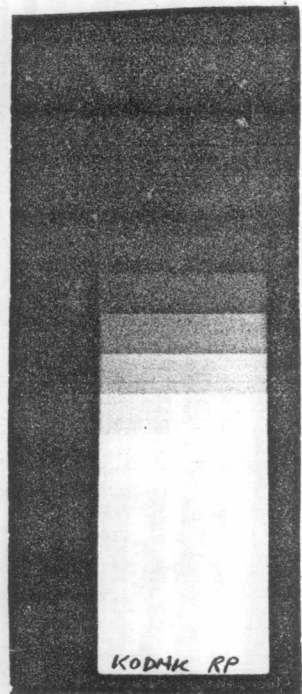
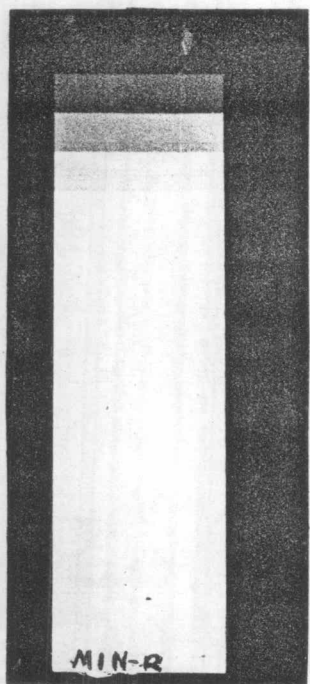
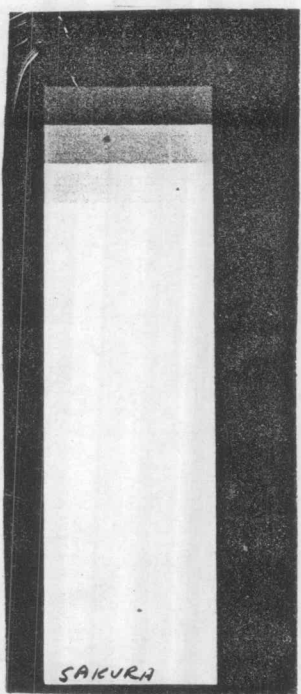
๘.๒.๓ หลักการประเมินผล

๑. ภายใต้งैอนไขเต็ยวกัน เทคนึคเต็ยวกัน เปรึยบเท็ยบควมวไของฟ้ล้มต้งชนึคกััน
๒. ภายใต้งैอนไขเต็ยวกัน เทคนึคเต็ยวกัน เพ็อเปรึยบเท็ยบคณสมบัฒึเฉพาะของฟ้ล้มชนึคต้ง ๑ จาก แคแรกเตอรึสตุคเค็อบ ที่สร้งชึ้นโดยฟ้จารณมถึง กรอสฟอก ควมวไ คอนทรลสหรึอ ค้งเอเวอเรจ เกรตุเ็นท
๓. ภายใต้งैอนไขเฉพาะฟ้จารณม
 - ก. ควมมกนัอยของชนคเอ็กชโพเฉอที่ช้เพ็อให้ด้รับต้งควมค้งกัันในบรึเวณเต็ยวกัน
 - ข. คณภพของภพร้งสึที่ด้ โดยฟ้จารณมถึงรยลละเอ็ยต ควมคมช้คของภพที่ช้เทคนึคต้ง ๑ ด้งกล้งว

๘.๒.๔ ข้อมูลจากการทดลอง แสดงออก เป็นตารางข้อมูลและภพถ้งที่ปรกฏต้งมหล็กที่ช้เพ็อการประเมินผลและจากข้อมูลต้งเลขที่ด้จากการค้งนวมเพ็อหาคณสมบัฒึและ เปรึยบเท็ยบระหว้งระบบต้ง ๑ ด้งปรกฏในหน้คต้งไปน้

ภาพชุดที่ ๘

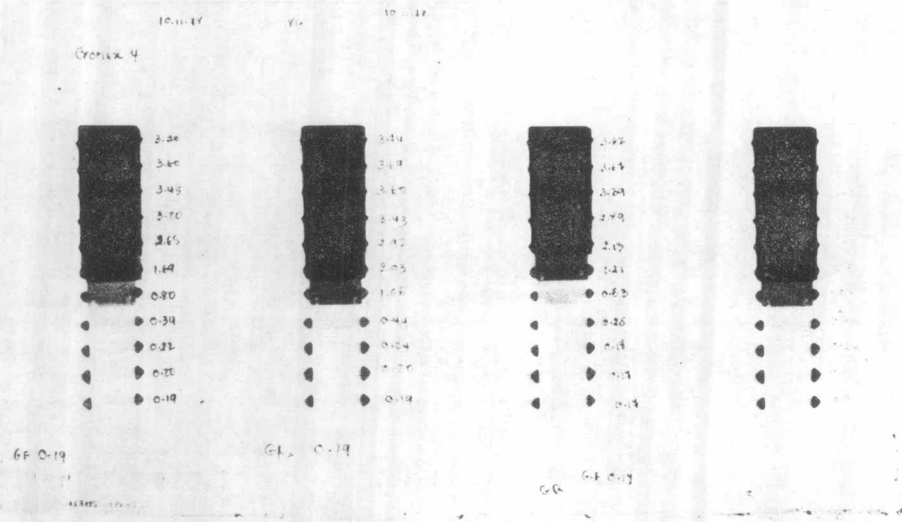
ตัวอย่างภาพสแตฟเวดจที่ถ่ายโดยใช้แคลเซียมทังสเตนชนิดพาร์สปีดร่วมกับฟิล์มต่าง ๆ โดยใช้เทคนิค ๕๕ KV ๒๕ MaS ระยะ ๔๐ นิ้ว



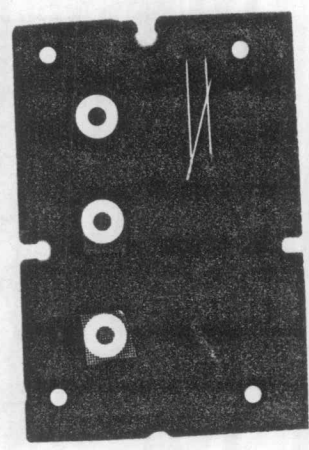
๕๕ KV 100 MaS 40"

ภาพชุดที่ ๔

ตัวอย่างภาพคอนโทรลสตรียของฟิล์มชนิดต่าง ๆ โดยถ่ายจากเครื่องโกดักเคมีโตมิเตอร์รุ่น ๑๐๑



X-ray Film Sensar + X-G Film 6
 30 KV 0.15 sec 100 ma 40"
 T = 1.55

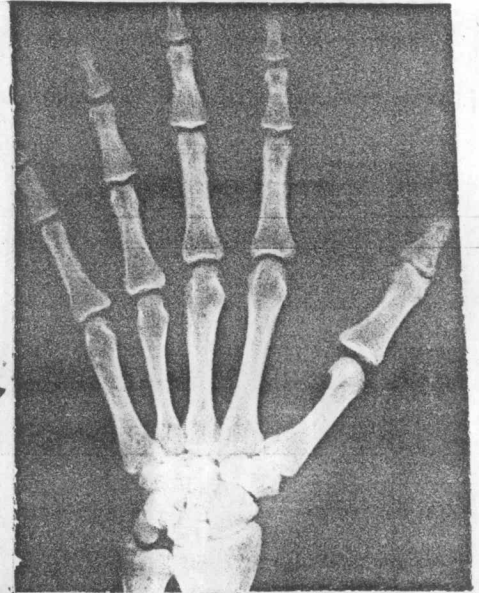


ภาพชุดที่ ๑๐

ตัวอย่างภาพการใช้แคลเซียมทั้งสแตนชนิดพาร์สปีดร่วมกับฟิล์มอาร์พีต่าง ๆ โดยใช้เทคนิค ๕๕ KV ๖ MaS ระยะ ๔๐ นิ้ว



ซากระ
← 1



ซ.อ. 10.
→



โถดัก อาร์ที
←



ฮักฟ่า
↓

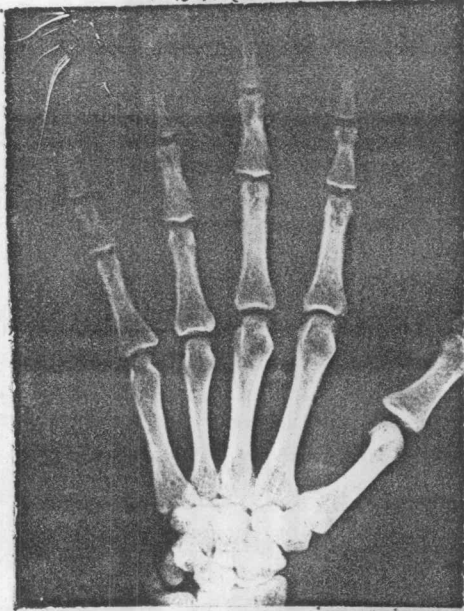


อุมอหัท
→

ตัวอย่างภาพการใช้โกดักเอ็กซ์โอมาติค เล็กกูล่าสกรีนร่วมกับฟิล์มอาร์ทีต่าง ๆ โดยใช้เทคนิค ๕๕ KV

๖ MaS ระยะ ๔๐ นิ้ว

โกดัก อารีฟ



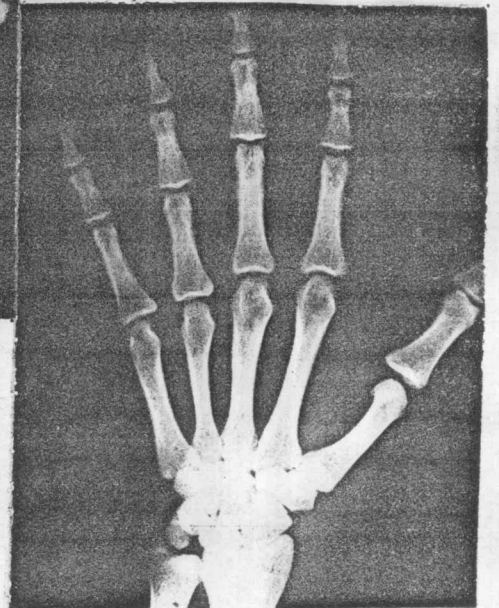
ฟิล์ม ๑๐



ฟิล์ม ๑๕



ฟิล์ม ๒๐



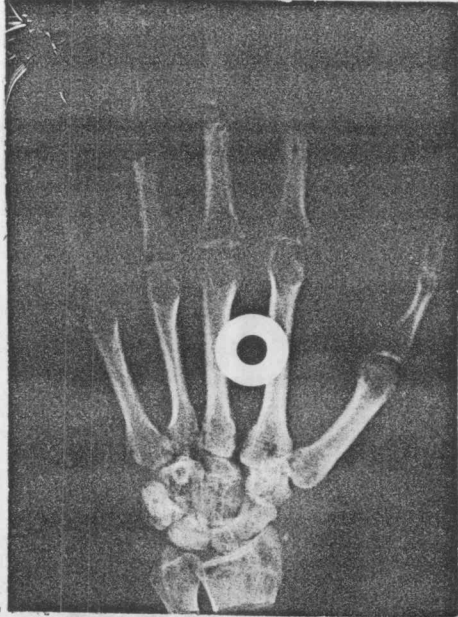
ฟิล์ม ๒๕

ภาพชุดที่ ๑๒

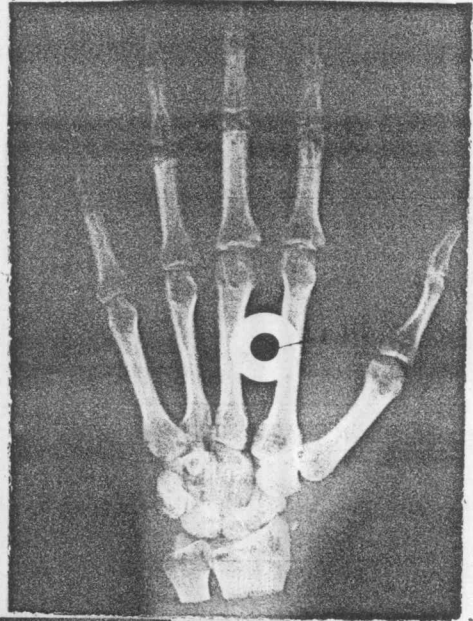
ตัวอย่างภาพแพนธอมมือจากการใช้ระบบฟิล์ม/สกรีนและเทคนิคต่าง ๆ กัน

โกดัก เอ็กซ์โอแมท ๓ ฟิล์ม

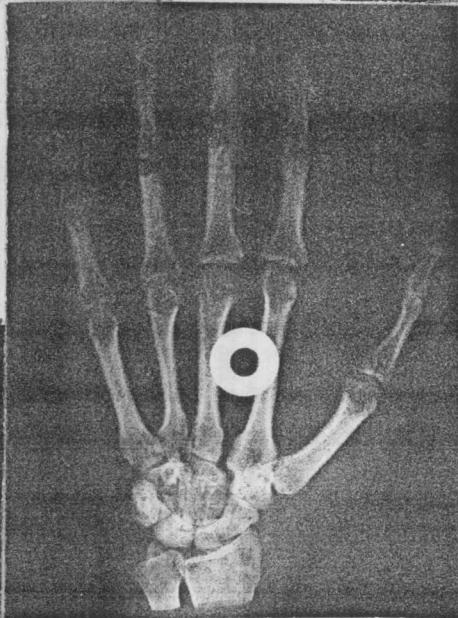
โกดัก เอ็กซ์โอแมท ๓ ฟิล์ม/สกรีน
55 KV 22 MaS ↓



โกดัก มินอาร์ทฟิล์ม/สกรีน 55KV 13 MaS

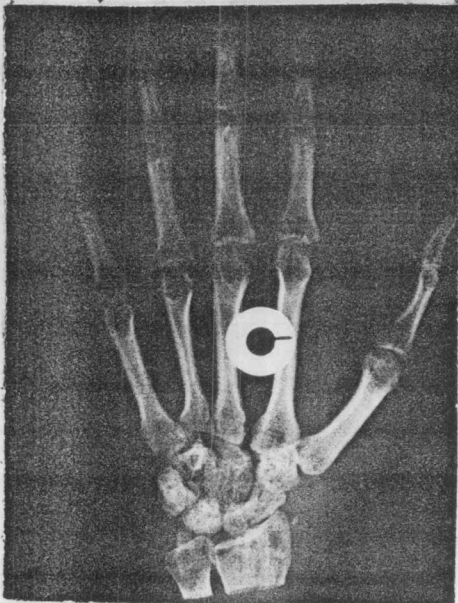


โกดัก เอ็กซ์โอแมท ๑๕ม ๖๐ ฟิล์ม
55 KV 180 MaS

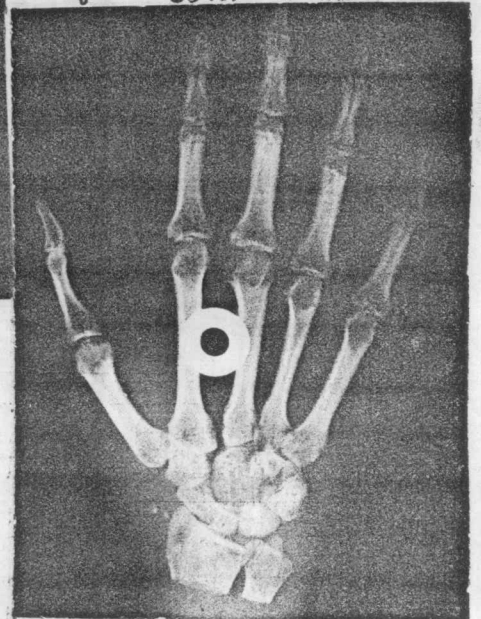


ดูปอนต์ ไครนิคซ์ ฟิล์ม

แกลดโซมทั้งสามเตห ดัเทค สปีด
สกรีน 55KV 21 MaS ↓



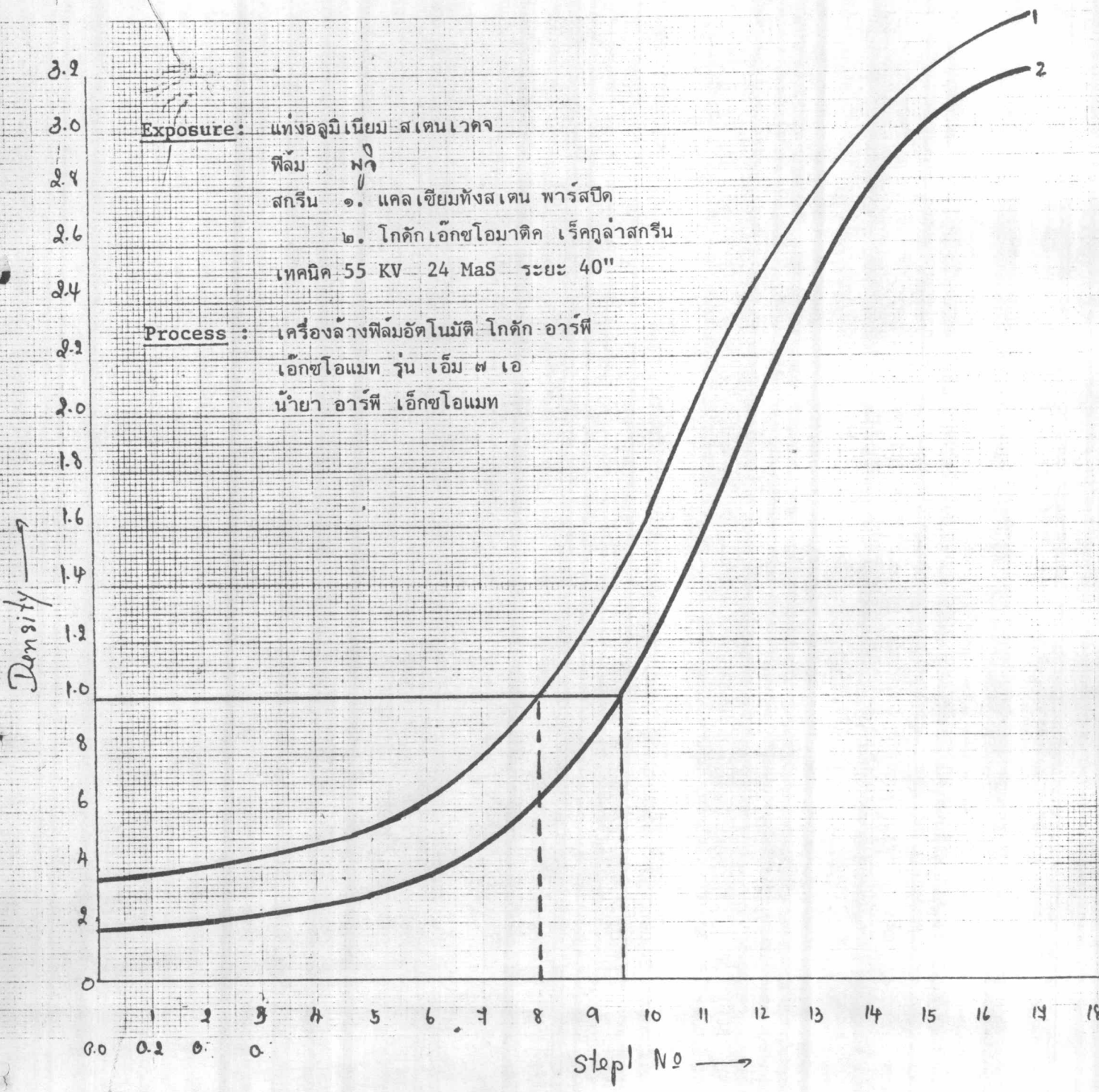
ดูปอนต์ ไครโตสฟิล์ม/สกรีน
55 KV 21 MaS ↓

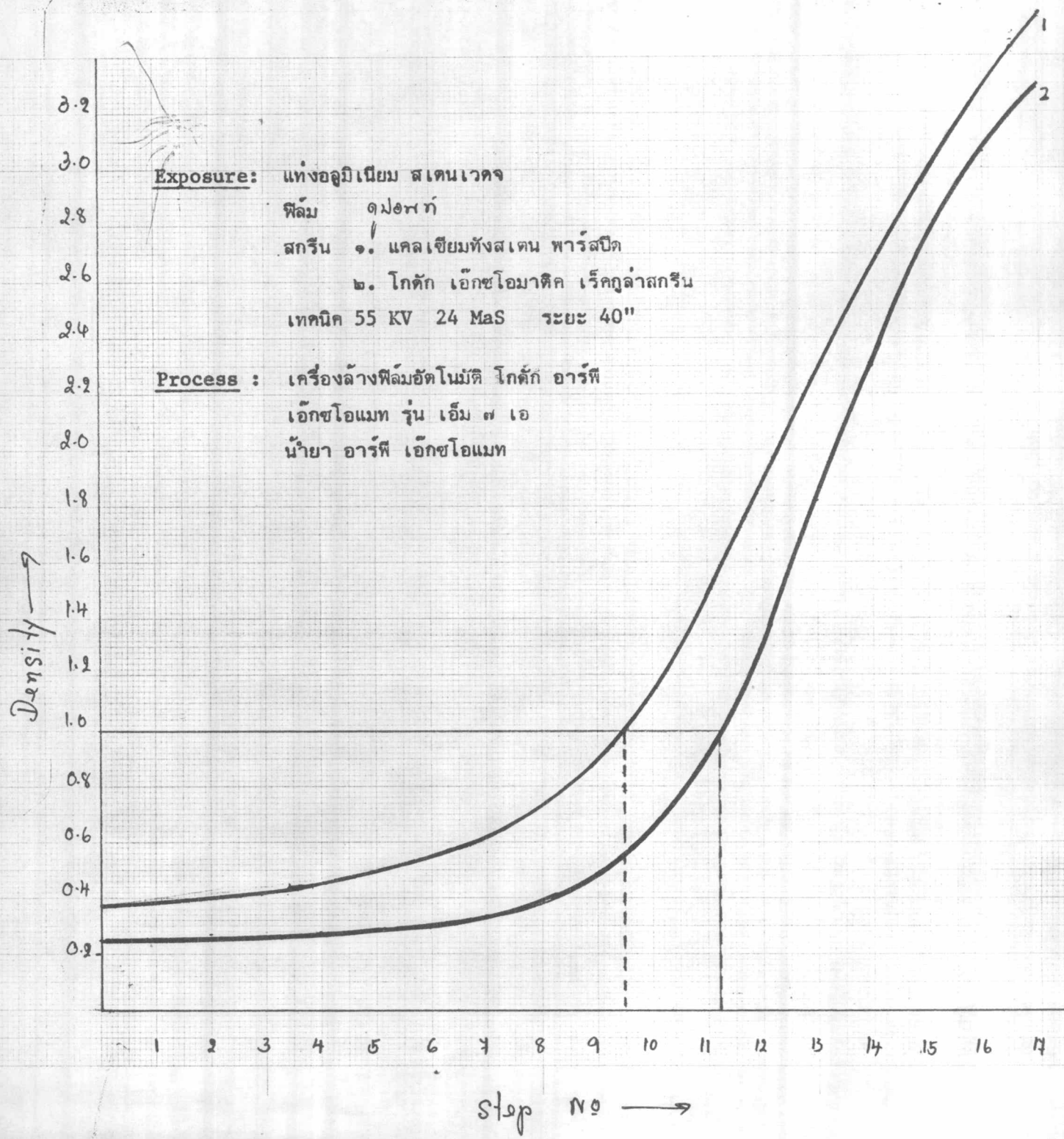


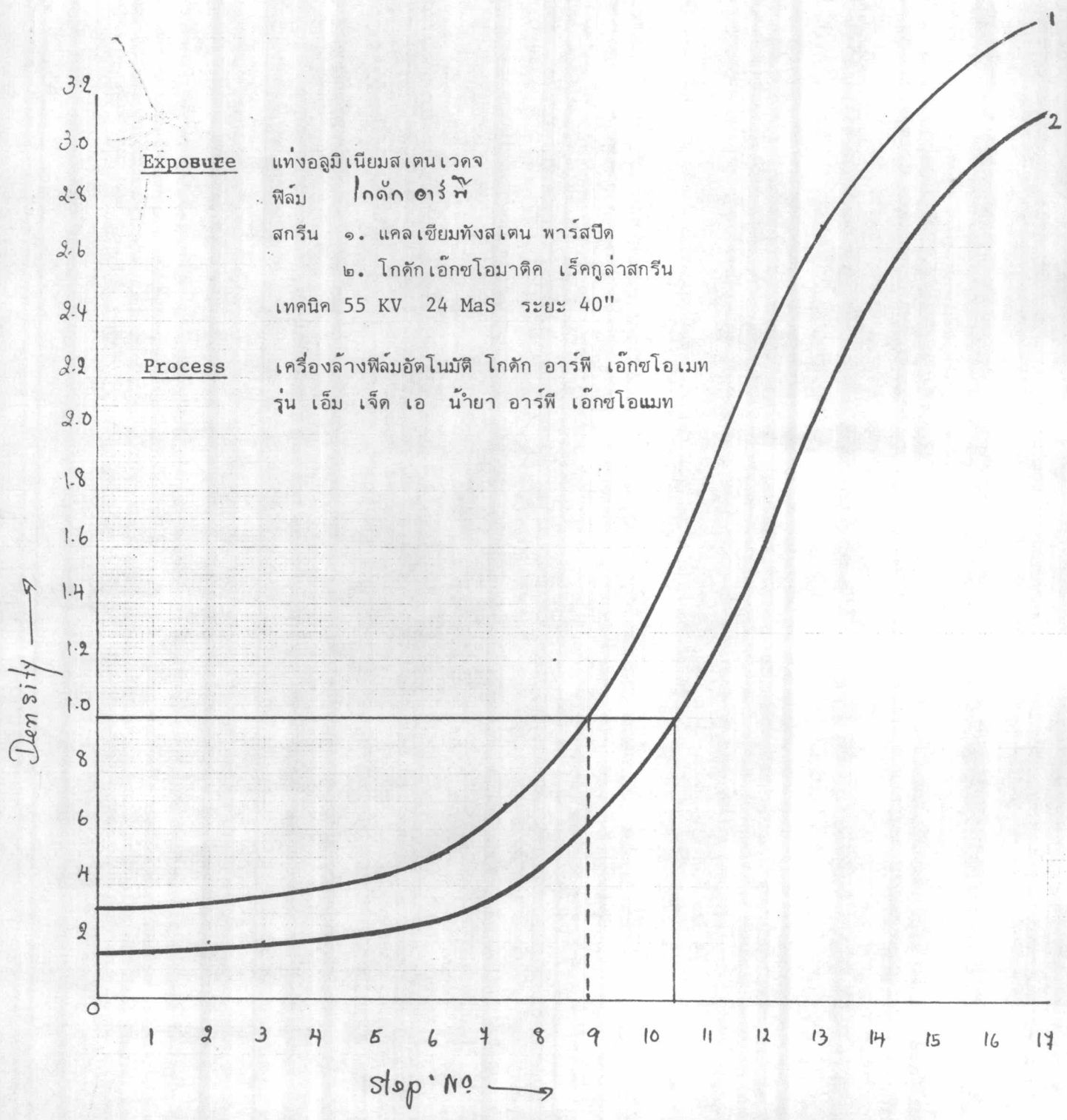


Exposure: แท่งอลูมิเนียม-สแตนเลส
 ฟิล์ม ฟูจิ
 สกรีน ๑. แคลเซียมทังสเตน พาร์สปีด
 ๒. โกดักเอ็กซ์โอมาติก เร็คกูล่าสกรีน
 เทคนิค 55 KV 24 MaS ระยะ 40"

Process: เครื่องล้างฟิล์มอัตโนมัติ โกดัก อาร์พี
 เอ็กซ์โอแมท รุ่น เอ็ม ๗ เอ
 น้ำยา อาร์พี เอ็กซ์โอแมท

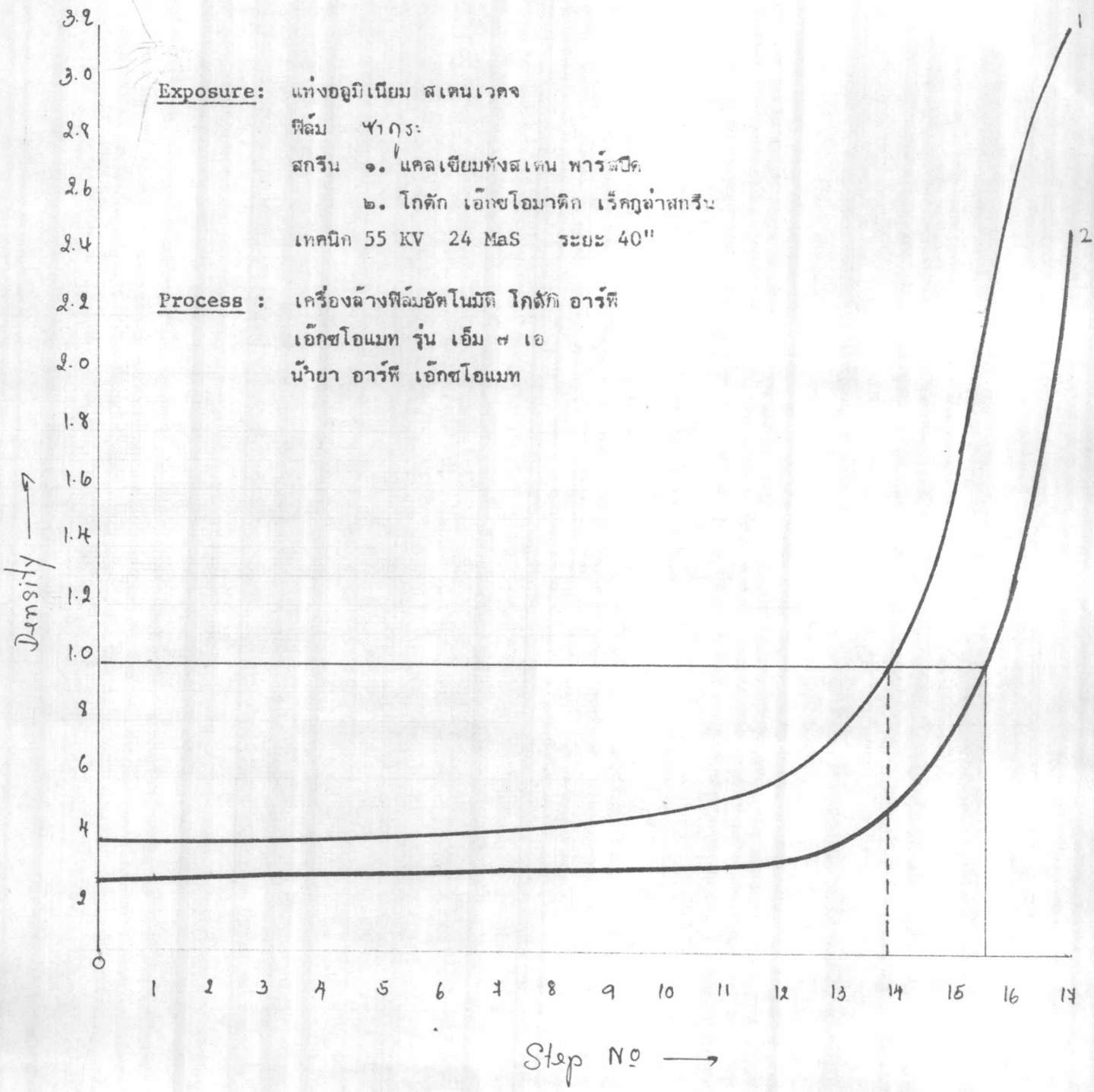


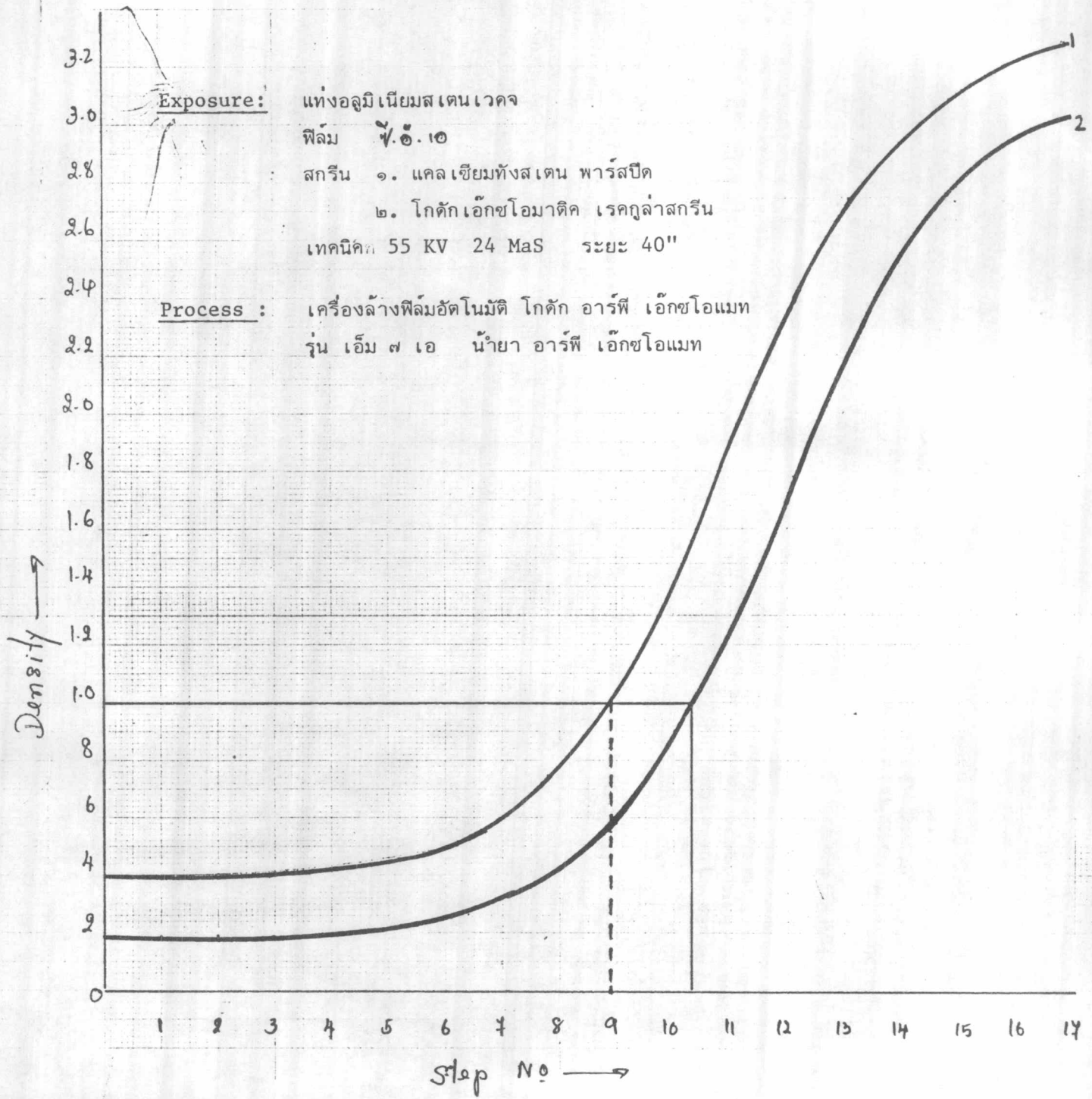


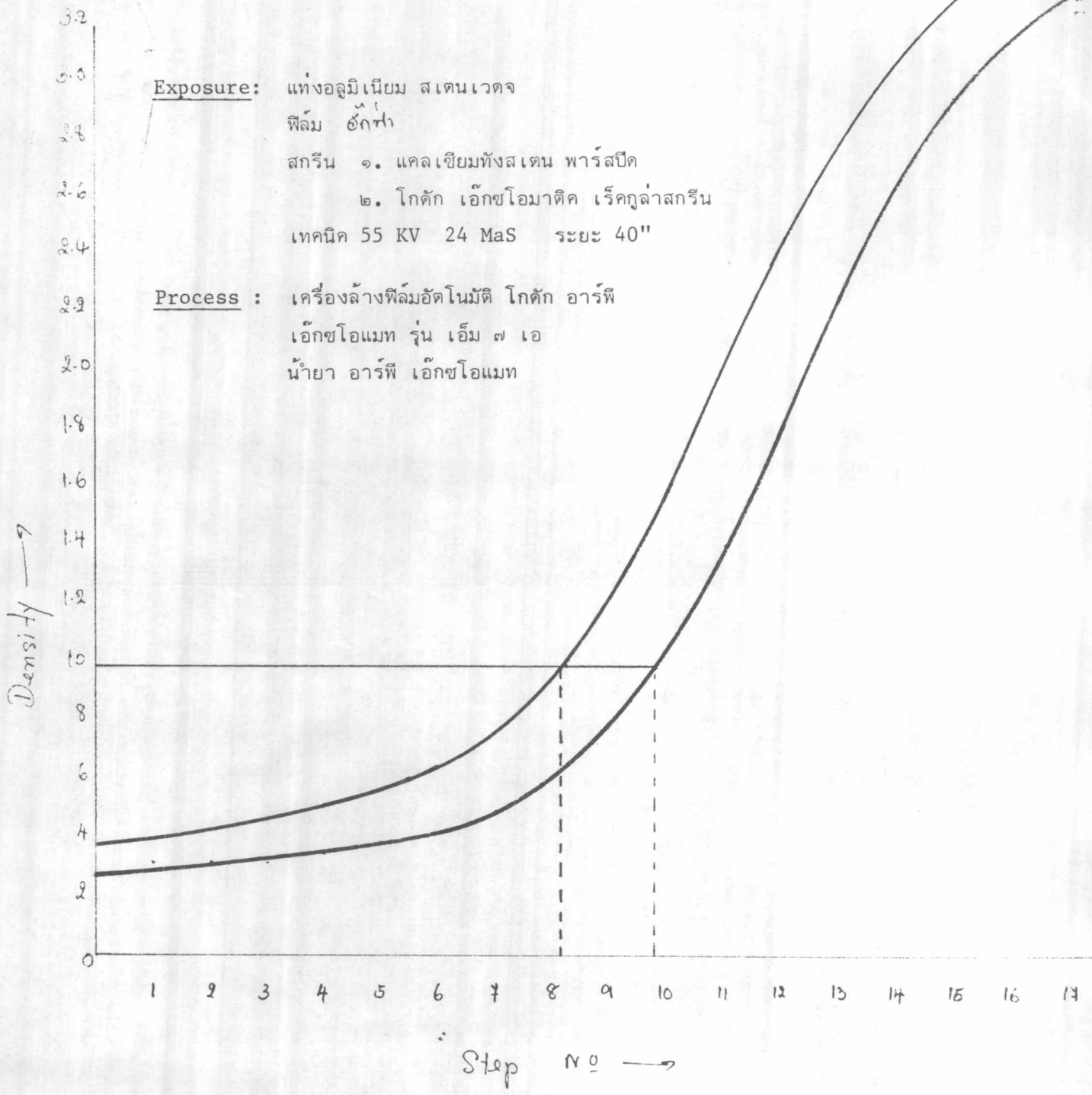


Exposure: แท่งอูมิเนียม สเตนเวคจ
 ฟิล์ม ๗1๑๖:
 สกรีน ๑. แคลเซียมทั้งสเตน พาร์ลปิด
 ๒. โคดัก เอ็กซ์โอมาติก เร็วกว่าสกรีน
 เทคนิค 55 KV 24 MaS ระยะ 40"

Process : เครื่องล้างฟิล์มอัตโนมัติ โคดัก อาร์ที
 เอ็กซ์โอแมท รุ่น เอ็ม ๗ เอ
 น้ำยา อาร์ที เอ็กซ์โอแมท

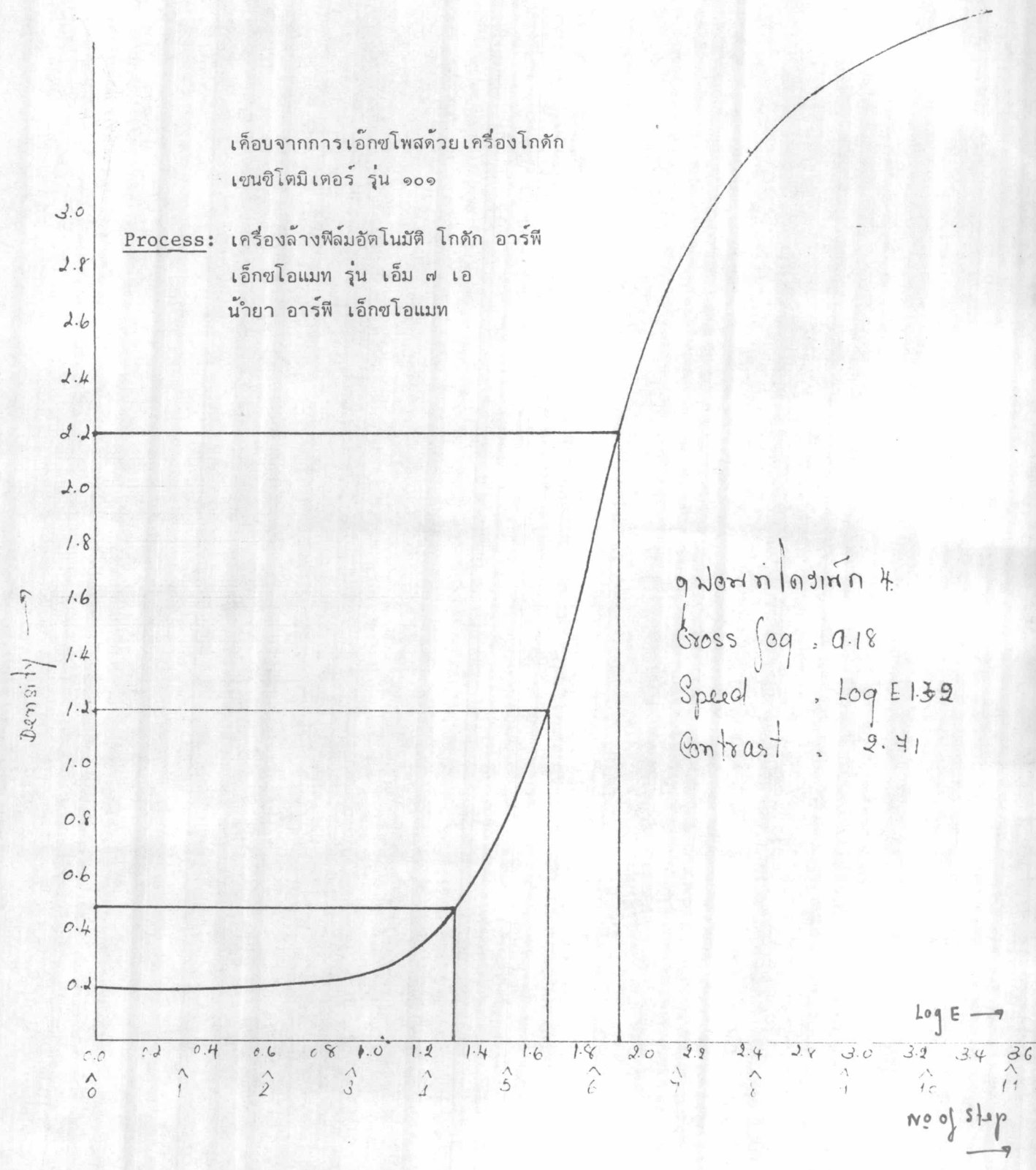






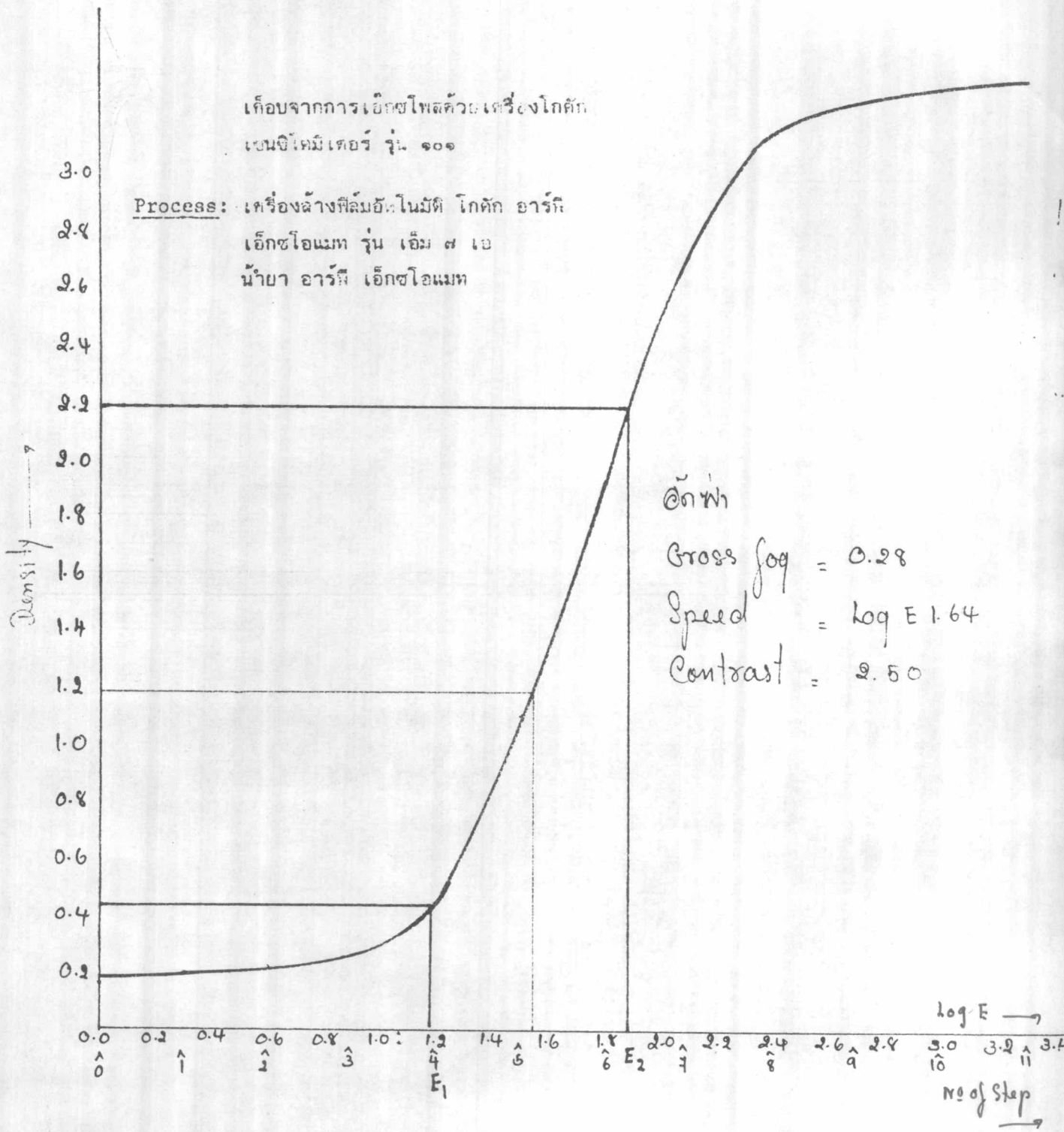
เดือบจากการเอ๊กชโพสด้วยเครื่องโกดัก
เซนซิโตมิเตอร์ รุ่น ๑๐๑

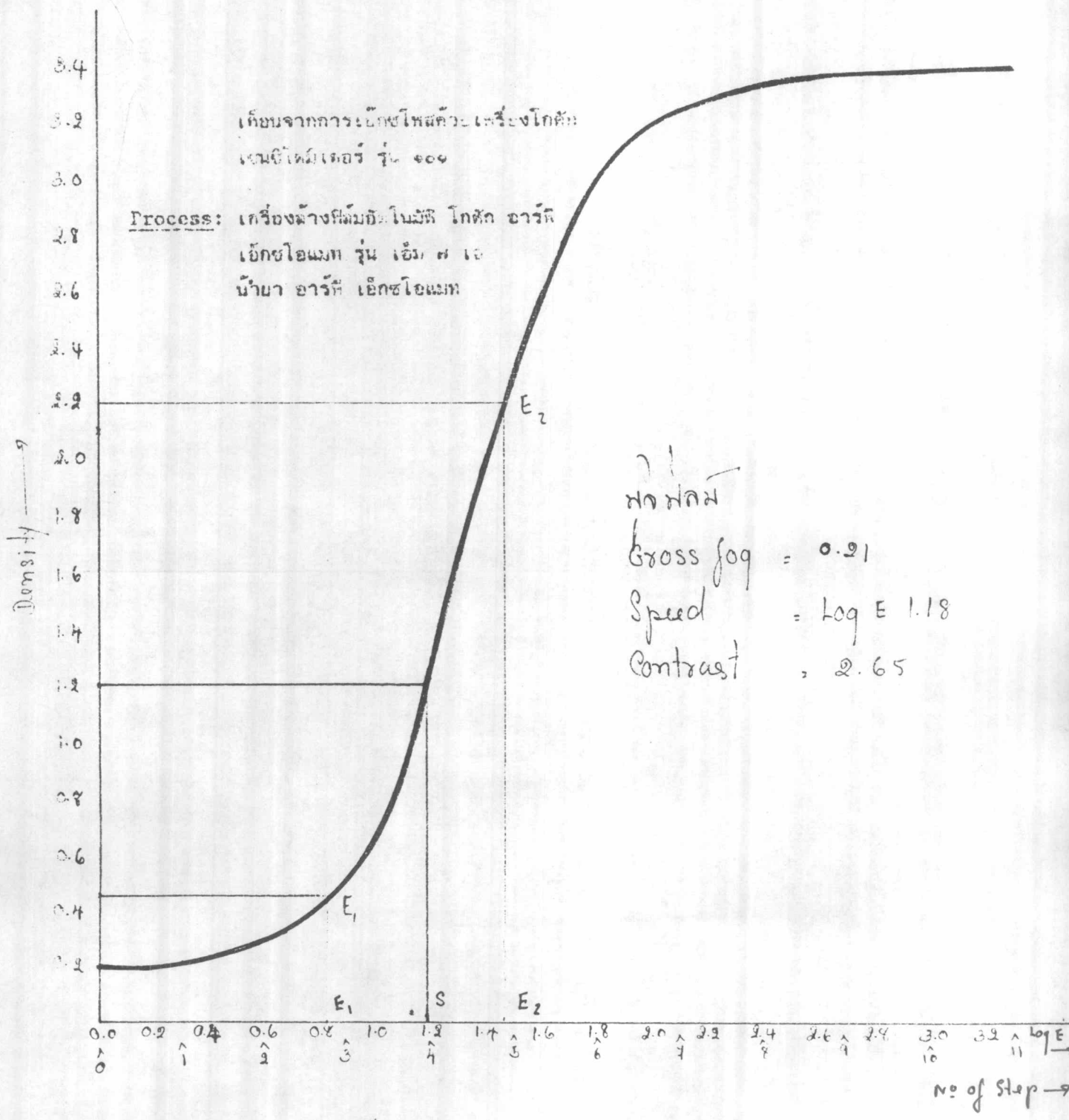
Process: เครื่องล้างฟิล์มอัตโนมัติ โกดัก อาร์พี
เอ๊กชโอแมท รุ่น เอ็ม ๗ เอ
น้ำยา อาร์พี เอ๊กชโอแมท

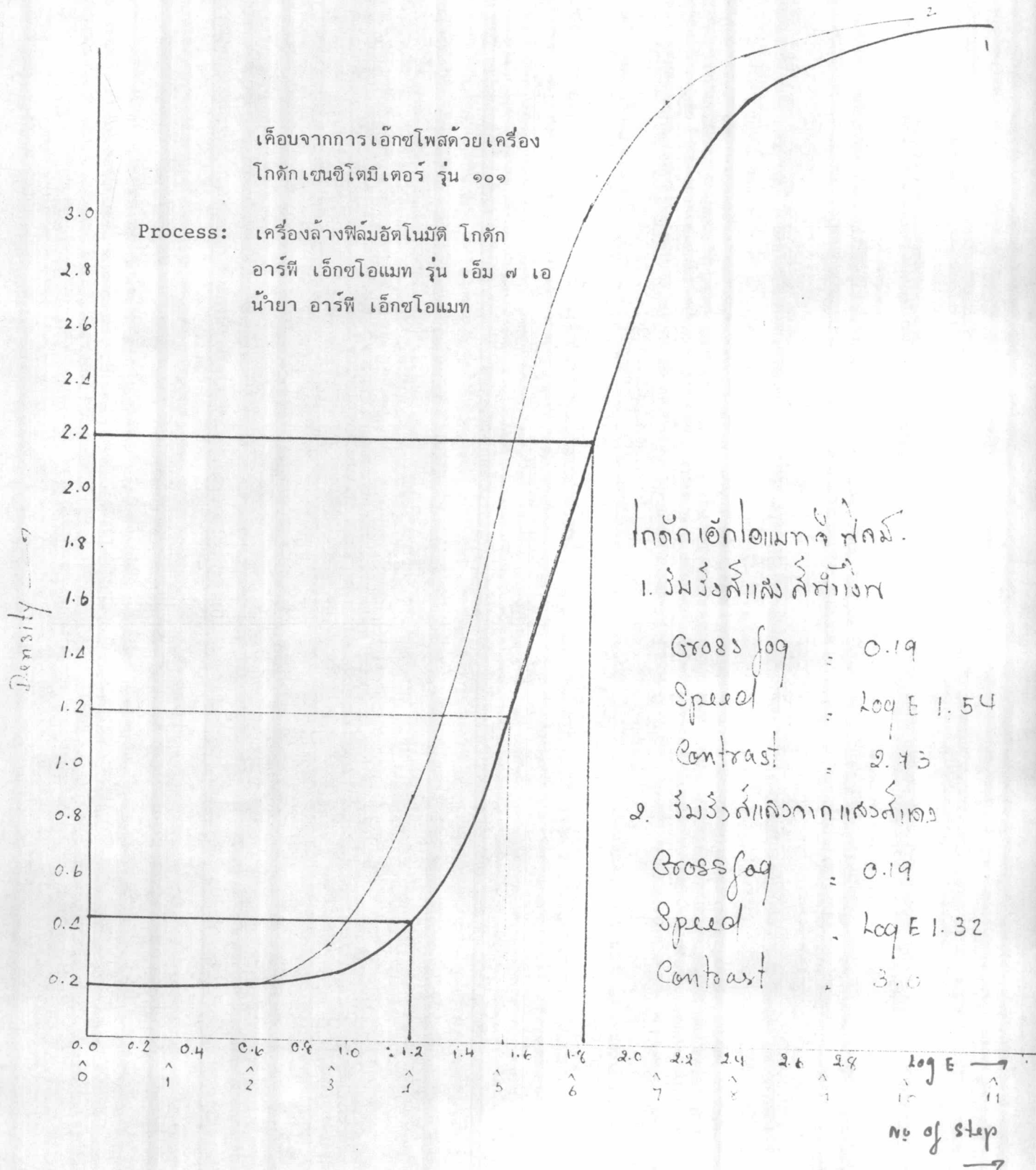


เกือบจากการเอ็กซ์โพสิทด้วยเครื่องโกดัก
เนอซีโคมิเตอร์ รุ่น ๑๐๑

Process: เครื่องล้างฟิล์มอัตโนมัติ โกดัก อาร์ที
เอ็กซ์โอแมท รุ่น เอ็ม ๗ เอ
น้ำยา อาร์ที เอ็กซ์โอแมท

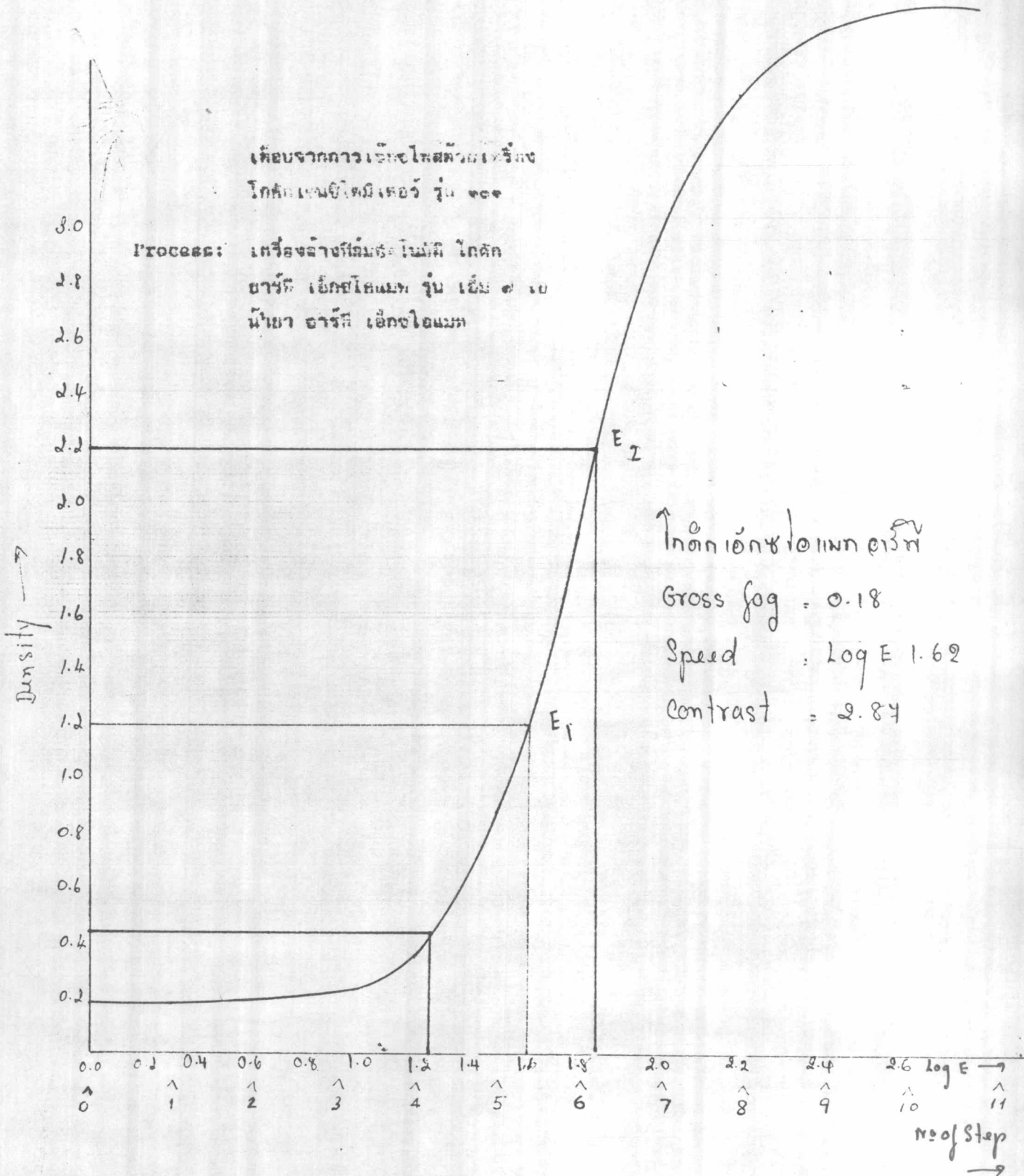






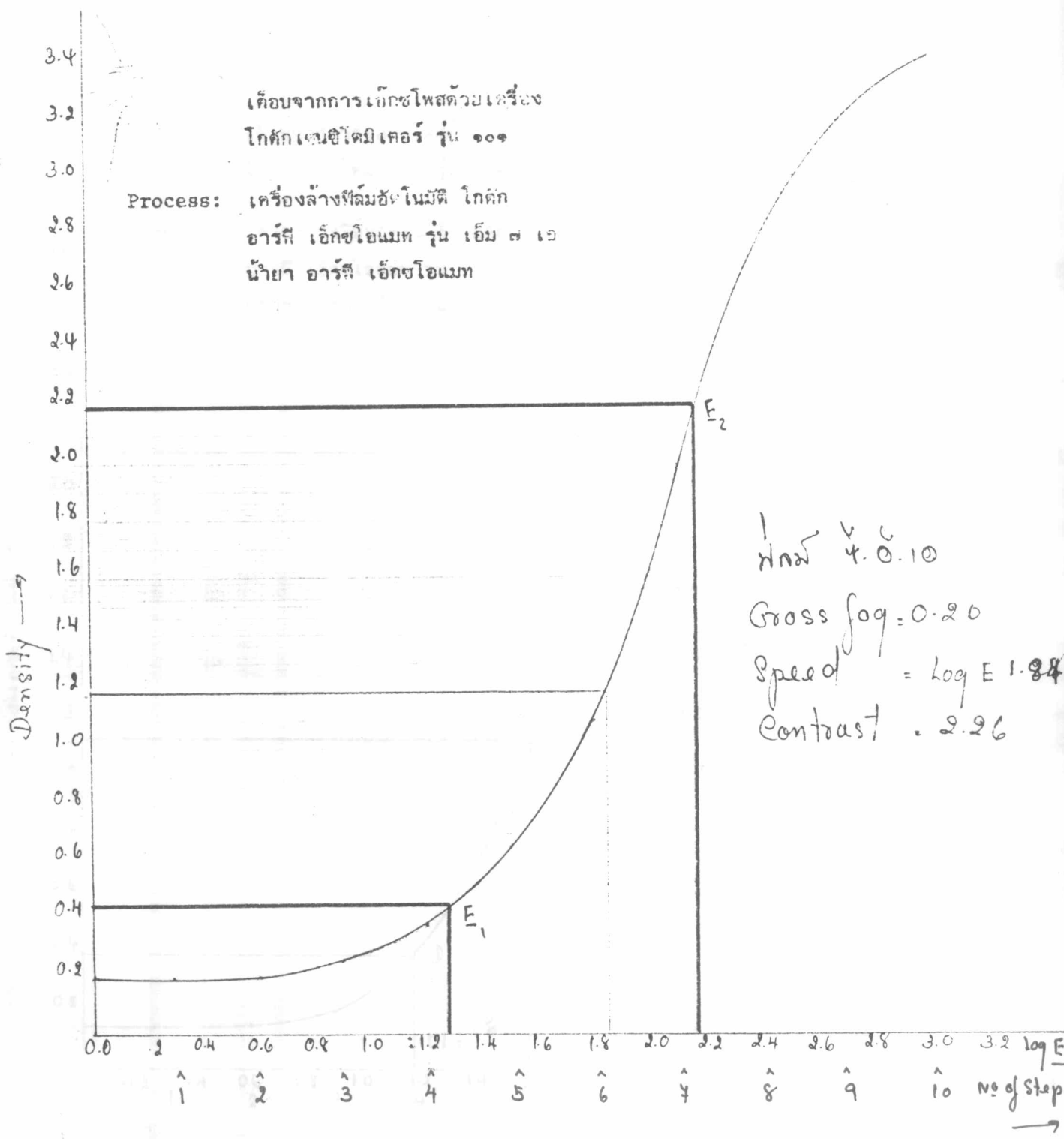
เกิดจากการใช้ฟิล์มที่เร็ว
ใกล้กับขีดจำกัดรับแสง

Process: เครื่องล้างที่ร้อน ฟิล์มที่ใกล้ขีด
จำกัดรับแสงของฟิล์มที่เร็ว
น้ำยา สารที่เลือกโดยคน



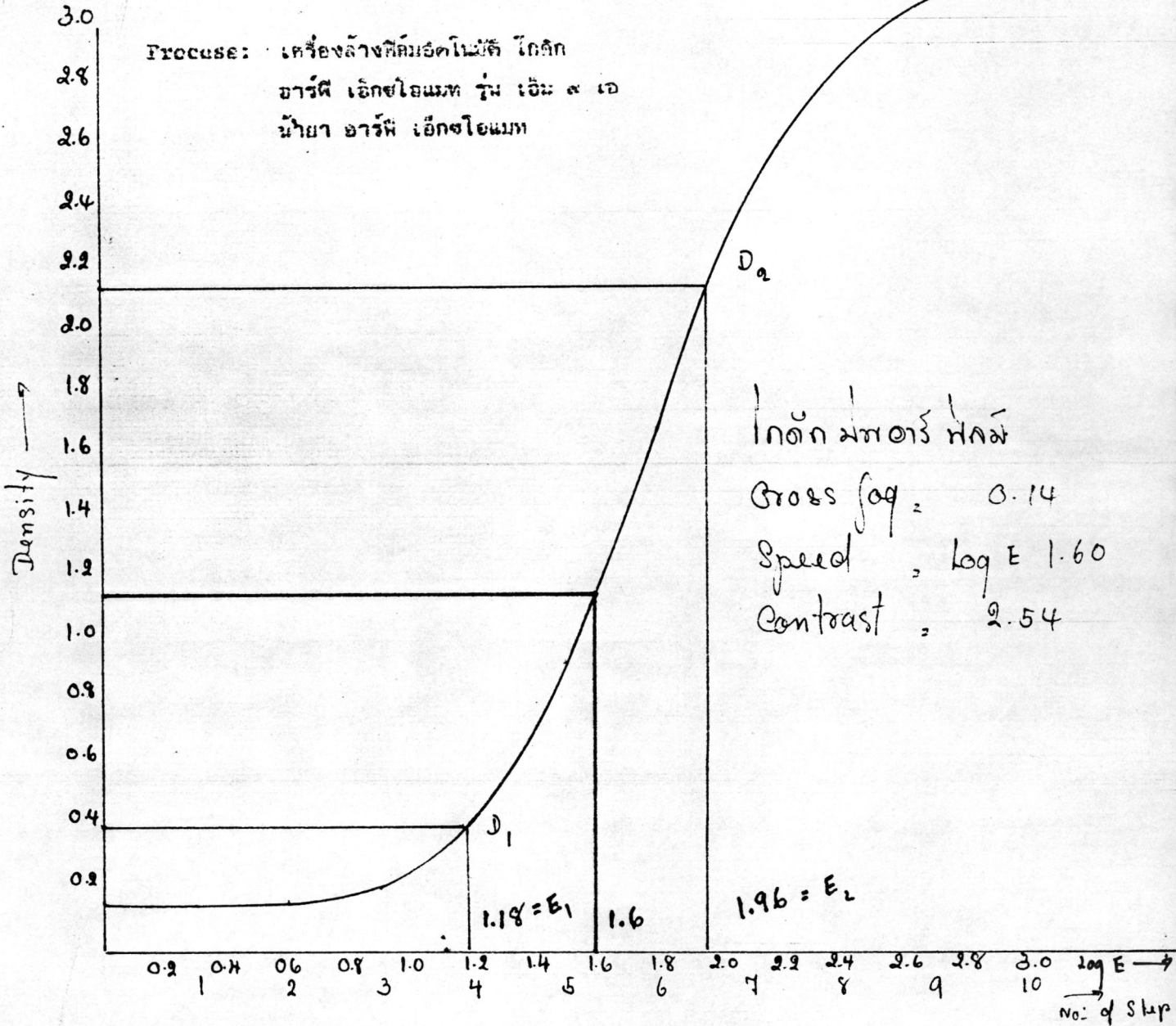
เกือบจากการเอ็กซ์โพสด้วยเครื่อง
โกดักแซนซีโตมิเตอร์ รุ่น ๑๐๑

Process: เครื่องล้างฟิล์มอัตโนมัติ โกดัก
อาร์ที เอ็กซ์โอแมท รุ่น เอ็ม ๗ เอ
น้ำยา อาร์ที เอ็กซ์โอแมท



เก็บจากการเอ็กซ์โพสิชันด้วยเครื่อง
โกดิก: เซมซีโคมิเตอร์ รุ่น ๑๐๐

Procuse: เครื่องล้างฟิล์มอัตโนมัติ โกดิก
ฮาร์ดี เอ็กซ์โอมเมท รุ่น เอ็ม ๙ เอ
น้ำยา ฮาร์ดี เอ็กซ์โอมเมท



โกดัก ฟลอร์ พลัม

Gross fog = 0.14

Speed = log E 1.60

Contrast = 2.54

No. of step

ตารางผลการทดลอง ๘.๔

จากการใช้แคลเซียมทั้งสเทศกรีนชนิดพาสปิด

ใช้เทคนิค ๕๕ KV ๒๔ MaS ระยะ ๔๐"

ชนิดของฟิล์ม	ซากูระ	ฟูจิอาร์เอ็กซ์	ซี.อี.เอ	โกดักอาร์พี	อี๊กฟ้า	ดูปอนท์
Gross Fog	๐.๒๔	๐.๒๒	๐.๑๙	๐.๑๖	๐.๒๘	๐.๒๕
ชั้นที่ ๑	๐.๒๖	๐.๒๒	๐.๑๙	๐.๑๖	๐.๓๒	๐.๒๖
" ๒	๐.๒๗	๐.๒๒	๐.๑๙	๐.๒๐	๐.๓๒	๐.๒๗
" ๓	๐.๒๗	๐.๒๕	๐.๑๙	๐.๒๐	๐.๓๒	๐.๒๘
" ๔	๐.๒๘	๐.๒๖	๐.๑๙	๐.๒๑	๐.๓๕	๐.๒๘
" ๕	๐.๒๘	๐.๓๐	๐.๒๑	๐.๒๓	๐.๓๙	๐.๒๙
" ๖	๐.๒๘	๐.๓๗	๐.๒๕	๐.๒๗	๐.๔๒	๐.๓๐
" ๗	๐.๒๘	๐.๔๗	๐.๓๒	๐.๓๔	๐.๓๐	๐.๓๔
" ๘	๐.๒๙	๐.๖๓	๐.๔๒	๐.๔๗	๐.๖๒	๐.๓๙
" ๙	๐.๒๙	๐.๘๕	๐.๕๘	๐.๖๖	๐.๘	๐.๔๙
" ๑๐	๐.๒๙	๑.๑๙	๐.๘๘	๐.๘๙	๑.๐๗	๐.๖๕
" ๑๑	๐.๓๐	๑.๕๖	๑.๒๕	๑.๒๒	๑.๔๒	๐.๙๒
" ๑๒	๐.๓๒	๒.๐๒	๑.๖๙	๑.๖๒	๑.๘๒	๑.๓๐
" ๑๓	๐.๓๙	๒.๔๐	๒.๑๖	๒.๐๘	๒.๒๕	๑.๘๒
" ๑๔	๐.๕๒	๒.๗๖	๒.๕๒	๒.๕๐	๒.๖๔	๒.๓๐
" ๑๕	๐.๘๐	๒.๙๘	๒.๗๓	๒.๘๐	๒.๙๕	๒.๗๖
" ๑๖	๑.๓๒	๓.๑๓	๒.๙๕	๓.๐๐	๓.๑๕	๓.๐๖
" ๑๗	๒.๐๕	๓.๒๐	๓.๐๒	๓.๑๓	๓.๓๐	๓.๑๐

ตารางผลการทดลอง ๘.๕

การถ่ายภาพอลูมิเนียมสเตรปเวดจ์โดยการใช้โกดักเอ็กซ์โอมาติกเร็กซ์คู่ลาสกรีนร่วมกับฟิล์มชนิดต่าง ๆ

เทคนิค ๕๕ KV ๒๔ MaS ระยะ ๔๐"

ชนิดของฟิล์ม	ซาถูละ	ฟูจิอาร์เอ็กซ์	ซี.อี.เอ	โกดักอาร์ที	อี๊กฟ้า	ดูปอนท์
Gross Fog	๐.๓๘	๐.๓๖	๐.๓๘	๐.๓๑	๐.๓๘	๐.๓๗
ขั้นที่ ๑	๐.๓๘	๐.๓๘	๐.๓๘	๐.๓๒	๐.๔๐	๐.๓๘
" ๒	๐.๓๘	๐.๔๐	๐.๔๐	๐.๓๓	๐.๔๓	๐.๔๐
" ๓	๐.๓๘	๐.๔๒	๐.๔๑	๐.๓๖	๐.๔๘	๐.๔๒
" ๔	๐.๓๘	๐.๔๘	๐.๔๒	๐.๔๐	๐.๕๒	๐.๔๕
" ๕	๐.๓๘	๐.๕๓	๐.๔๕	๐.๔๓	๐.๕๘	๐.๕๐
" ๖	๐.๔๐	๐.๖๓	๐.๕๐	๐.๕๐	๐.๖๕	๐.๕๕
" ๗	๐.๔๓	๐.๘๐	๐.๖๐	๐.๖๒	๐.๘๕	๐.๖๒
" ๘	๐.๔๕	๑.๐๐	๐.๗๘	๐.๘๐	๐.๙๘	๐.๗๕
" ๙	๐.๕๖	๑.๒๘	๑.๐๕	๑.๐๕	๑.๒๕	๐.๙๐
" ๑๐	๐.๕๐	๑.๖๐	๑.๔๐	๑.๔๐	๑.๖๐	๑.๑๕
" ๑๑	๐.๕๕	๒.๐๖	๑.๘๐	๑.๘๘	๒.๐๕	๑.๕๐
" ๑๒	๐.๖๒	๒.๔๖	๒.๓๒	๒.๓๕	๒.๕๖	๑.๘๐
" ๑๓	๐.๗๘	๒.๗๕	๒.๗๐	๒.๗๒	๒.๘๐	๒.๓๐
" ๑๔	๑.๐๗	๓.๐๐	๒.๘๒	๓.๐๐	๓.๐๖	๒.๖๖
" ๑๕	๑.๗๐	๓.๑๘	๓.๑๐	๓.๒๐	๓.๒๘	๓.๐๐
" ๑๖	๒.๖๒	๓.๓๒	๓.๒๐	๓.๓๖	๓.๔๕	๓.๓๐
" ๑๗	๓.๒๐	๓.๕๐	๓.๒๘	๓.๔๘	๓.๕๐	๓.๖๐

ตารางผลการทดลองที่ ๘.๖

แสดงค่าความไวที่เปลี่ยนไปในทางที่ไวขึ้น เมื่อใช้โกดักเอ็กซ์โอมาติค เร็ทกูลาร์สกรีนแทนพาร์สปิดสกรีน

ชนิดของฟิล์ม	จำนวนชั้นที่ต่างกัน	ค่า Log E เอ็กซ์โพเจอะ	สปีด เอ็กซ์โพเจอะแฟคเตอร์
ซาญะ	๑.๗๐	๐.๑๑๐๕	๑.๓๐
ฟูจิ	๑.๕๐	๐.๐๙๗๕	๑.๒๕
ซี.อี.เอ	๑.๕๐	๐.๐๙๕๑	๑.๒๗
โกดักอาร์ที	๑.๕๕	๐.๑๐๐๗๕	๑.๒๗
อี๊กฟ้า	๑.๖๕	๐.๑๐๗๒๕	๑.๒๗
ดูปอนท์	๑.๗๐	๐.๑๑๐๕	๑.๓๐

เมื่อกำหนดให้ค่าแฟคเตอร์ของความไว = ๑ เมื่อใช้กับพาร์สปิดสกรีน

ตารางผลการทดลองที่ ๘.๗

เปรียบเทียบคุณสมบัติของฟิล์มชนิดต่าง ๆ ที่ได้จากการคำนวณ

ชนิดของฟิล์ม	ความไวสัมพัทธ์		กรอสฟอก	
	* พาร์สปิดสกรีน	โกดักเอ็กซ์โอมาติค เร็ทกูล่า	พาร์สปิดสกรีน	โกดักเอ็กซ์โอมาติค เร็ทกูล่า
โกดักอาร์ที	๑๐๐	๑๒๗	๐.๑๖	๐.๒๑
ฟูจิ	๑๑๐	๑๒๕	๐.๒๒	๐.๓๐
ซี.อี.เอ	๑๐๐	๑๒๓	๐.๑๙	๐.๒๑
อี๊กฟ้า	๑๐๗	๑๒๗	๐.๒๘	๐.๓๕
ซาญะ	๘๐	๑๓๐	๐.๒๕	๐.๓๒
ดูปอนท์	๘๗	๑๓๐	๐.๒๕	๐.๓๓

ตารางผลการทดลองที่ ๘.๘

ผลจากการวัดระดับความดำบนฟิล์มภาพที่รับรังสีแสงจาก

เครื่องไลท์เซนซิโตมิเตอร์

ชนิดของฟิล์ม	ฟูจิ	ซี.อี.เอ	แกฟ	โกดักอาร์ที	โกดักเอ็กซ์จี	โกดักมินอาร์	คูปอนท์
Gross Fog	๐.๒๑	๐.๒๐	๐.๑๘	๐.๑๘	๐.๑๙	๐.๑๔	๐.๑๘
ชั้นที่ ๑	๐.๒๒	๐.๒๐	๐.๒๐	๐.๑๘	๐.๑๙	๐.๑๔	๐.๑๘
" ๒	๐.๒๙	๐.๒๐	๐.๒๒	๐.๑๙	๐.๒๐	๐.๑๔	๐.๑๘
" ๓	๐.๕๑	๐.๒๖	๐.๒๖	๐.๒๔	๐.๓๕	๐.๑๔	๐.๒๐
" ๔	๑.๒๒	๐.๓๘	๐.๔๔	๐.๔๔	๐.๙๕	๐.๑๔	๐.๓๐
" ๕	๒.๒๕	๐.๖๖	๑.๑๐	๑.๐๘	๑.๙๖	๐.๑๖	๐.๗๒
" ๖	๒.๙๗	๑.๑๐	๑.๙๒	๒.๐๕	๓.๐๐	๒.๓๐	๑.๕๐
" ๗	๓.๒๔	๑.๙๘	๒.๗๐	๒.๙๒	๓.๔๔	๔.๖๐	๒.๔๘
" ๘	๓.๓๒	๒.๘๐	๓.๑๕	๓.๓๑	๓.๖๐	๙.๖๐	๓.๐๓
" ๙	๓.๓๕	๓.๒๐	๓.๒๔	๓.๔๗	๓.๖๙	๑.๕๔	๓.๓๐
" ๑๐	๓.๓๖	๓.๔๐	๓.๒๘	๓.๕๙	๓.๗๔	๒.๑๐	๓.๕๐

วิธีคำนวณ ๑ เปรียบเทียบความไวของฟิล์มที่ใช้ร่วมกับสกรีนต่างชนิดกัน โดยให้ค่าความดำเท่ากับ ๑ เป็นหลัก โดยใช้เทคนิค ๕๕ KV ๒๕ Mas ระยะ ๔๐"

ตัวอย่าง ฟิล์มฟูจิ

จากกราฟ { เมื่อใช้กับแคลเซียมทังสเตนสกรีนระดับความดำ ๑ อยู่ชั้นที่ ๔.๕
 { เมื่อใช้กับโกดักอาร์พีเอ็กซ์โอมาติคเล็กกว่าระดับความดำ ๑ อยู่ชั้นที่ ๘

∴ ต่างกัน = ๔.๕ - ๘ = ๑.๕ ชั้น

แท่งอลูมิเนียมสแตปเวดจที่ใช้ชั้น แต่ละชั้นที่ตัดไปมีความแตกต่างมีค่า Log E ๐.๐๖๕

∴ ในระดับความดำ ๑ เท่ากันจะเป็นค่า Relative = Log E ๐.๐๔๗๕

∴ การใช้ฟิล์มฟูจิกับสกรีนทั้งสองนี้ต่างกันด้วยแฟคเตอร์ Anti Log E ๐.๐๔๗๕
= ๑.๓๐

∴ การใช้ฟิล์มฟูจิกับโกดักเอ็กซ์โอมาติคเล็กกว่าสกรีนใช้เอ็กซ์โพเจอะเทคนิค
= $\frac{๑}{๑.๓}$ ของที่ใช้กับแคลเซียมทังสเตนสกรีนชนิดพาสปิค

วิธีคำนวณ ๒ หาคความไว, คอนทราสท, กรอสฟอก ของฟิล์มชนิดต่าง ๆ โดยให้ฟิล์มรับการฉายรังสีจากเครื่องไลท์เซนซิโตมิเตอร์

จากตัวอย่างกราฟของฟิล์มโกดักเอ็กซ์โอแมทอาร์พี

๑. กรอสฟอก = ความดำจากเนื้อฟิล์ม + ความดำที่เกิดจากสารเคมี
= ความดำที่วัดได้จากพื้นฟิล์ม
= ๐.๑๔

๒. หาค่าความไว = ค่า Log E ที่ความดำ (กรอสฟอก + ๑)
= ค่า Log E ที่ความดำ (๐.๑๔ + ๑)
= Log E ๑.๖๒

๓. คอนทราสท (๕) = $\frac{(๒ + \text{กรอสฟอก})}{E_1} - \frac{(๐.๒๕ \text{ กรอสฟอก})}{E_2}$
= $\frac{(๒ + ๐.๑๔)}{๑.๘๖} - \frac{(๐.๒๕ \cdot ๐.๑๔)}{๑.๒๕}$
= $\frac{๑.๗๕}{๑.๖๑} = ๒.๘๗$

ตารางผลการทดลองที่ ๘.๘

เปรียบเทียบความไวสัมพัทธ์ของระบบการใช้ฟิล์มชนิดต่าง ๆ ที่ ๕๕ KV โดยกำหนดให้ค่า ๑๐๐ เป็นมาตรฐาน

<u>สกรีน</u>	<u>ฟิล์ม</u>	<u>ความไวสัมพัทธ์</u>
โกดัก เอ็กซ์โอมาติค เล็กกูล่า	อาร์พีทั่วไป	๑๒๕
พาร์สปิด	อาร์พีทั่วไป	๑๐๐
โกดัก เอ็กซ์โอมาติคไฟด	โกดัก เอ็กซ์โอมาติคจี	๑๕
โกดักมินอาร์	โกดัก เอ็กซ์มินอาร์ฟิล์ม	๓๕
-	โกดัก เอ็ม เอ	๕
ดูปอนท์โลโคส	ดูปอนท์โลโคส	๑๗
ดี เทลสปิด	อาร์พี	๔๐

ตารางผลการทดลองที่ ๘.๑๐

ข้อมูลแสดงคุณสมบัติของฟิล์มซึ่งได้จากการคำนวณ

ชนิดของฟิล์ม	กรอสฟอก	ความไว	คอนทราสต์
โกดักอาร์พี	๐.๑๘	Log E ๑.๖๒	๒.๘๗
ฟูจิ	๐.๒๑	Log E ๑.๐๘	๒.๖๕
ซี.อี.เอ	๐.๒๐	Log E ๑.๘๔	๒.๖๖
อิกฟ้า	๐.๒๘	Log E ๑.๖๔	๒.๕๐
ซาจระ	๐.๒๑	Log E ๑.๑๘	๒.๖๑
ดูปอนท์	๐.๑๘	Log E ๑.๓๖	๒.๗๑
โกดัก เอ็กซ์จี	๐.๑๘	Log E ๑.๕๔ } *	๒.๗๓ } *
โกดักมินอาร์	๐.๑๘	Log E ๑.๖๐	๓.๐๐ } *
ดูปอนท์โลโคส	๐.๑๗	Log E ๑.๗๐	๒.๕๔
			๒.๓๐

สรุปผลการทดลอง

การถ่ายภาพรังสี เอ็กซเรย์ เต้านม

๑. การถ่ายภาพรังสี เอ็กซเรย์ เต้านมนั้นสามารถใช้เครื่องถ่ายภาพรังสี เอ็กซเรย์ทางการแพทย์ชนิดธรรมดาทั่วไป โดยการถอดเอาแผ่นโลหะกรองรังสีที่เรียกว่า ฟิลเตอร์ ออก และ เครื่องถ่ายภาพรังสี เต้านม โดยปริมาณรังสี เอ็กซเรย์ที่ใช้โดยถ่ายจากเครื่องถ่ายภาพรังสี เต้านมจะน้อยกว่าเครื่องถ่ายภาพธรรมดาถึงประมาณ ๑๐ เท่า และนอกจากนี้แล้ว เครื่องถ่ายภาพรังสี เต้านมต่างชนิดกัน ปริมาณรังสีเอ็กซเรย์ที่ใช้จะต่างกันด้วย ซึ่งจากการทดลอง เครื่องถ่ายภาพรังสี เต้านมของ ซีเมน จะใช้ปริมาณรังสีมากที่สุด รองลงมา เป็นของซีจีอาร์ถัดไป เป็นของฟิลลิปส์ และน้อยที่สุด เป็นของ โตชิบา

๒. เทคนิคที่ใช้ในการถ่ายภาพรังสี เต้านมมีทั้งระบบสกรีนและนอนสกรีนเมทออด โดยที่ระบบสกรีนเมทออดนั้นจะใช้ปริมาณรังสีน้อยกว่านอนสกรีนเมทออดประมาณ ๒๐-๔๐ เท่า ซึ่งผลการทดลองการใช้ระบบสกรีนเมทออดนั้นจากสกรีนที่มีใช้อยู่ ๒ ชนิด คือ ดูปอนท์โลโดส สกรีน ซึ่งทำจากสารเรืองแสง แคลเซียมทังสเตท (CaWO_4) ใช้กับดูปอนท์โลโดสฟิล์ม และ โกดักมินอาร์สกรีน ซึ่งทำจากสารเรืองแสง คาโดลิเนียม ออกซิซัลไฟด์อบรังสีด้วย เทอเบียม ($\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S:Tb}$) ใช้กับโกดักมินอาร์ฟิล์ม ซึ่งวัดต่อรังสีแสงสีเขียวนั้น พบว่า การใช้ระบบของดูปอนท์โลโดสนั้น ใช้ปริมาณรังสีมากกว่าการใช้ระบบโกดักมินอาร์ถึงประมาณ ๒.๒ เท่า และนอกจากนั้นการใช้ระบบโกดักมินอาร์นั้นจะให้ภาพรังสีที่มีคุณภาพต่อการวินิจฉัยโรคได้ดีกว่าให้คอนทราสต์ของภาพสูงกว่าอีกด้วย และจากการเปรียบเทียบการใช้ระบบนอนสกรีนเมทออด โดยทดลองจากฟิล์มที่มีใช้อยู่ นั้น การใช้ฟิล์มแมมมาร์ เอ็กซ แอล จะใช้ปริมาณรังสีมากกว่าการใช้ฟิล์มโกดักเอ็กซโอแมท เอ็มเอประมาณ ๑.๗๓ เท่า และนอกจากนี้การใช้ฟิล์มโกดักเอ็กซโอแมท เอ็มเอ ยังให้คุณภาพต่อการวินิจฉัยโรคได้ดีกว่า ให้คอนทราสต์ของภาพสูงกว่า มี รีโซลูชันสูงกว่าอีกด้วย แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างระบบโกดักมินอาร์, โกดักเอ็กซโอแมท เอ็มเอ แล้ว ระบบหลังนี้ใช้ปริมาณรังสีเอ็กซเรย์มากกว่าประมาณ ๒๔ เท่า และระบบโกดักมินอาร์จะให้ภาพที่มีคุณภาพทางการวินิจฉัยโรค เหนือกว่าทุกประการ

๓. นำระบบสกรีนเมทออดในการถ่ายภาพรังสี เต้านม ทั้งระบบโกดักมินอาร์และระบบดูปอนท์โลโดสไปใช้ในการถ่ายภาพรังสีเอ็กซเรย์แขนขา ยังให้ผลทางคุณภาพ เพื่อการศึกษาและวินิจฉัยโรคได้ดีอีกด้วย

๔. จากผลการทดลองนั้น การใช้ระบบโกดักมินอาร์จะได้ผลดีทั้งทางคุณภาพทางภาพรังสี เพื่อการวินิจฉัยและลดปริมาณรังสีที่ใช้ลงได้มากที่สุดนั้น ฟิล์มโกดักมินอาร์นี้เป็นฟิล์มฉาบอิมัลชันเพียง ด้านเดียว จึงตัดปัญหาการเกิดครอสโอเวอร์ได้ และเป็นฟิล์มที่ไวต่อรังสีในช่วงคลื่น ๔๕๔ นาโน มิเตอร์ ซึ่งเป็นช่วงคลื่นสีเขียว ส่วนโกดักมินอาร์สกรีนนั้น ทำจากสารประกอบฟอสฟอรัสของธาตุพวก แรเออิด์ ซึ่งเป็นฟอสฟอรัสที่มีประสิทธิภาพในการดูดกลืนรังสีเอ็กซ์สูงมากถึง ๑๘% และในขณะที่ สารประกอบแคลเซียมทั้งสแตนมีประสิทธิภาพในการดูดกลืนรังสีเพียง ๕% เท่านั้น แสงที่เรืองออกมา นี้อยู่ในแถบช่วงคลื่น ๔๕๔ นาโนมิเตอร์ (สีเขียว) ซึ่งตรงกับชนิดของฟิล์มที่ใช้ และประมาณ ๒๕% อยู่ในแถบแสงสีน้ำเงิน และอุลตราไวโอเล็ต และเมื่อพิจารณาอัตราส่วนในการดูดกลืนรังสีเอ็กซ์ สก๊อตเตอร์ต่อรังสีปฐมภูมินั้น สกรีนที่ทำจากสารประกอบพวกแรเออิด์จะมีค่าน้อยที่สุดเมื่อ เปรียบเทียบกับ สารฟอสฟอรัสชนิดอื่น จึงเป็นเหตุทำให้ได้ภาพรังสีที่ถ่ายโดยการใชสกรีนชนิดนี้มีคอนทราสต์สูงกว่า การใชสกรีนชนิดอื่น และการใช้ระบบมินอาร์นี้ใช้สกรีนเพียงแผ่นเดียว ซึ่งเป็นการช่วยขจัดการเกิด ครอสโอเวอร์อีกทางหนึ่งด้วย

การถ่ายภาพรังสีเอ็กซเรย์

๑. การถ่ายภาพรังสีเอ็กซเรย์นั้น ใช้เครื่องถ่ายภาพรังสีเอ็กซเรย์ทางการแพทย์ทั่วไป โดยปรับค่ากิโลโวลต์จประมาณระหว่าง ๔๕-๖๐ เควี ใช้ได้ดีทั้ง เทคนิคสกรีน และนอนสกรีนเมทอด แต่โดยเทคนิคนอนสกรีนเมทอดนั้นจะต้องใช้ปริมาณรังสีสูงกว่าสกรีน เมทอดโดยปริมาณถึง ๒๐ เท่า

๒. การใช้เทคนิคสกรีนเมทอด มีระบบการใช้หลายประการ คือ ระบบที่ใช้กับการถ่ายภาพรังสีอวัยวะทั่ว ๆ ไป (ยกเว้นเต้านม) คือ การใช้แคลเซียมทังสเตทสกรีนชนิดพาสปิด และโกดักเอ็กซโอมาติก เร็คกูล่า สกรีน ซึ่งทำจากสารเรืองแสงบาเรียมซัลเฟต อาบรังสีด้วยธาตุเทอร์เบียม กับ ฟิล์มอาร์พีหรือฟิล์มที่ใช้ทางการแพทย์ทั่วไป ซึ่งการใช้ระบบแคลเซียมทังสเตทสกรีน จะต้องใช้ปริมาณรังสีสูงกว่าประมาณ ๑.๒๗ เท่าส่วนคุณภาพของภาพรังสีที่ได้นั้นปานกลาง โดยที่การใช้กับ โกดักอาร์พีเอ็กซโอแมทเอ็กซเรย์ฟิล์ม จะให้ความคมชัดของภาพดีกว่าฟิล์มชนิดอื่น ๆ โดยเฉพาะระบบโกดักเอ็กซโอมาติก เร็คกูล่า สกรีน กับ ฟิล์มอาร์พี..... จะให้ผลทางการวินิจฉัยได้ดีที่สุดของระบบนี้ทั้งหมด

การใช้แคลเซียมทังสเตทสกรีนชนิดดีเทลสปิดกับฟิล์มอาร์พีธรรมดาทั่วไปนั้น จะให้ภาพรังสีที่มีคุณภาพที่ดีกว่าการใช้แคลเซียมทังสเตทสกรีนชนิดพาสปิด แต่ต้องใช้ปริมาณรังสีสูงกว่าถึงประมาณ ๑ เท่า

การใช้โกดักเอ็กซโอมาติก ไฟดสกรีน ซึ่งทำจากสารเรืองแสง บาเรียม เล็ด ซัลเฟต กับโกดักเอ็กซโอแมท จี ฟิล์ม ซึ่งเป็นเทคนิคสำหรับการถ่ายภาพรังสีเอ็กซเรย์ได้ดี โดยเฉพาะจะให้ความคมชัดของภาพดีกว่าการใช้ระบบแคลเซียมทังสเตท ดีเทลสปิด แต่ต้องใช้ปริมาณรังสีสูงกว่าประมาณ ๑.๕ เท่า

การใช้ระบบโกดักมินอาร์นั้นจะให้คุณภาพของภาพรังสีเพื่อการวินิจฉัยโรคได้ดีพอ ๆ กับ การใช้ระบบโกดักเอ็กซโอมาติกฟิล์ม/โกดัก เร็คกูล่าไฟดสกรีน แต่ใช้ปริมาณรังสีน้อยกว่าประมาณ ๑ เท่า แต่มากกว่าการใช้กับพาสปิด ๒ เท่า

๓. การถ่ายภาพรังสีเอ็กซเรย์โดยใช้ระบบการถ่ายภาพรังสีทั่วไปนั้น เป็นการประหยัด และสะดวกต่อผู้ใช้ แม้จะให้ผลทางคุณภาพของภาพรังสีดีกว่าระบบอื่นดังกล่าวก็ตาม แต่เราสามารถแก้ไขให้คุณภาพของภาพดีขึ้นด้วยการใช้หลักวิชาทาง เชนซีโอด เมทรี เข้าช่วย และปรับเทคนิคให้เหมาะสมกับคุณสมบัติ เฉพาะของฟิล์มที่ใช้ในแต่ละกรณี

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากเครื่องถ่ายภาพรังสีเต้านมนั้นมีขอบเขตการใช้งานแคบ โดยสถานะเศรษฐกิจของโรงพยาบาล รัฐบาลเรานั้นไม่อำนวยให้มีได้ทุกโรงพยาบาล ซึ่งมีอยู่ก็คือ โรงพยาบาลรามาริบัติ โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า โรงพยาบาลศิริราช และสถาบันมะเร็งแห่งชาติ เท่านั้น และในขณะนี้ การตรวจโรคเต้านมโดยการถ่ายภาพรังสีเอ็กซได้รับความสนใจมากขึ้นอย่างกว้างขวาง และเพื่อให้โรงพยาบาลต่าง ๆ ที่ไม่มีเครื่องถ่ายภาพรังสีเต้านมสามารถสนองความต้องการของคนไข้ที่จะตรวจโรคเต้านมได้ โดยการถอดเอาแผ่นกรองรังสีของหลอดผลิตรังสีเอ็กซที่ใช้ถ่ายภาพรังสีเอ็กซทั่วไปนั้นออก. (ในกรณีไม่ติดแน่นกับเครื่อง) แล้วใช้เทคนิคสกรีนเมทถอดได้ทั้งระบบคูปอนต์ และ โกดักมินอาร์ การใช้เทคนิคสกรีนเมทถอดยังเป็นการช่วยลดปริมาณรังสีเอ็กซที่คนไข้จะต้องได้รับอีกด้วย นอกจากนี้การใช้ระบบสกรีนเมทถอดยังสามารถนำไปใช้ในการถ่ายภาพรังสีแขนขาได้ผลทางคุณภาพเพื่อการวินิจฉัยโรคได้ดีอีกด้วย ส่วนการถ่ายภาพแขนขา เพื่อความประหยัด และ เหมาะสม การนำเอาชนิดของสกรีนและฟิล์มที่มีไข้อยู่ตามปกตินั้นใช้ถ่ายแขนขา โดยนำหลักเซนซิโตเมทรี มาช่วยควบคุมและปรับปรุงให้ได้ภาพที่มีคุณภาพเพื่อการวินิจฉัยโรคได้ดีขึ้น ซึ่งหลักทางเซนซิโตเมทรี นั้น สามารถนำมาใช้ควบคุม และแก้ไขข้อบกพร่องตลอดจนการปรับปรุงให้ได้ภาพรังสีทุกชนิดมีคุณภาพที่ดีขึ้นอีกด้วย และนอกจากนี้ เพื่อการถ่ายภาพรังสีแขนขาโดยใช้ปริมาณรังสีเอ็กซน้อยนั้น การใช้สกรีนชนิดแรเออิธ ๒ แผ่น จะสามารถลดปริมาณรังสีลงได้น้อยกว่าเมื่อใช้กับโกดักเอ็กซโอมาติค เร็คกูล่าได้ประมาณ ๒ เท่า ก็ตาม เช่น ราเร็กซ์สกรีน และ โกดัก แลนเน็กซ์ เป็นต้น ซึ่งสกรีนชนิดแรกให้มอทอลสูงมาก จะทำลายรายละเอียดของภาพมาก ส่วนสกรีนชนิดหลังซึ่งเป็นชนิดที่ให้แสงสีเขียว จึงจำเป็นต้องใช้กับฟิล์มเฉพาะที่ไวต่อแสงสีเขียวเท่านั้น มีผลเท่ากับการใช้กับ โกดักเอ็กซโอมาติค เร็คกูล่า เท่านั้น และมีราคาค่อนข้างแพง ดังนั้น ถ้ามุ่งหมายเพื่อการลดปริมาณรังสีโดยมีต้องคำนึงถึงค่าใช้จ่ายแล้ว การใช้ระบบแลนเน็กซ์จะให้ผลดีมาก

