บทความวิจัย

เปรียบเทียบวิธีการสังเคราะห์สารเภสัชรังสีชนิด ^{18}F- FCH และ ^{18}F-PSMA1007 ในการดูแลรักษามะเร็งต่อมลูกหมากด้วยเครื่อง CFN-MPS200 Multipurpose

Comparison of ^{18}F-FCH and ^{18}F-PSMA-1007 radiopharmaceutical synthesis methods in management of prostate cancer by CFN-MPS200 Multipurpose synthesizer

บันฑิตา อรุณวิภาดา วท.บ.เคมี
ญาณี กาฬกาญจน์ วท.บ.เคมี

Received May 1, 2022; **Revised** August 31, 2022**; Accepted** September 30, 2022

วัตถุประสงค์ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอขั้นตอนการสังเคราะห์สารเภสัชรังสีชนิด ^{18}F – fluorocholine (^{18}F-FCH) และ ^{18}F-PSMA1007 ซึ่งเป็นสารเภสัชรังสีสำหรับใช้ในการดูแลรักษามะเร็งต่อมลูกหมากและเปรียบเทียบผลการสังเคราะห์สารเภสัชรังสีชนิด ^{18}F – FCH และ ^{18}F-PSMA-1007 เพื่อประเมินความสามารถในการสังเคราะห์สารเภสัชรังสีด้วยเครื่อง CFN-MPS200 Multipurpose ของศูนย์ไซโคลตรอนศิริราช

วิธีดำเนินการ สังเคราะห์สารเภสัชรังสีชนิด ^{18}F – FCH และ ^{18}F-PSMA-1007 ด้วยเครื่องสังเคราะห์สารเภสัชรังสีแบบอัตโนมัติ CFN-MPS200 (Sumitomo heavy industries, Ltd., Tokyo, Japan) โดยเริ่มจากรับฟลูออรีน-18 (F-18) จากเครื่องไซโคลตรอน และทำให้บริสุทธิ์ด้วยคอลัมน์ QMA (Quaternary Methyl Ammonium) และทำให้แห้งด้วยสารละลายอะซีโตไนไตรล์ จากนั้นทำการติดฉลากฟลูออรีน-18 กับสารละลายตั้งต้นและทำให้บริสุทธิ์ผ่านคอลัมน์เพื่อกำจัดสารเจือปน หลังจากนั้นทำการชะสารผลิตภัณฑ์ไปยังขวดผลิตภัณฑ์ด้วยน้ำเกลือผ่านตัวกรองชนิด MCE (Mixed cellulose ester) เพื่อทำให้ปราศจากเชื้อ

ผลการดำเนินงาน สารเภสัชรังสีชนิด ^{18}F – FCH และ ^{18}F-PSMA-1007 ที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยเครื่องสังเคราะห์สารเภสัชรังสีอัตโนมัติแบบ CFN-MPS200 มีผลผลิตร้อยละ 9.60-26.17±5.07 และ 31.10-51.60±6.80 ตามลำดับ และมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์การยอมรับตามเภสัชตำรับ

สรุปผล จากการศึกษาการผลิตสารเภสัชรังสี ^{18}F – FCH และ ^{18}F-PSMA-1007 ด้วยเครื่องสังเคราะห์สารเภสัชรังสีอัตโนมัติแบบ CFN-MPS200 ในศูนย์ไซโคลตรอนศิริราช พบว่าสารเภสัชรังสีชนิด ^{18}F-PSMA-1007 มีผลผลิตร้อยละที่สูงกว่าและขั้นตอนการสังเคราะห์ที่ง่ายกว่าสารเภสัชรังสีชนิด ^{18}F – FCH ในการดูแลรักษามะเร็งต่อมลูกหมาก

คำสำคัญ ^{18}F – FCH, ^{18}F-PSMA-1007, มะเร็งต่อมลูกหมาก, PET/CT

สาขาวิชาเวชศาสตร์นิวเคลียร์ ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

Abstract

Propose The purpose of this study is to present the synthesis of ^{18}F－fluorocholine (^{18}F-FCH) and ^{18}F-PSMA1007, were used in management of prostate cancer and compare the synthesis results of ^{18}F－FCH and ^{18}F-PSMA1007 radiopharmaceuticals to assess the ability of radiopharmaceutical synthesis by the CFN-MPS200 automated synthesizer in Siriraj Cyclotron Centre.

Method The ^{18}F－FCH and ^{18}F- PSMA- 1007 radiopharmaceuticals were produced using the CFN- MPS200 automated synthesizer (Sumitomo heavy industries, Ltd., Tokyo, Japan). The activated ^{18}F-fluorine (F-18) from the HM-20S cyclotron (Sumitomo heavy industries, Ltd., Tokyo, Japan) and purified by the QMA (Quaternary Methyl Ammonium) column. Drying was accomplished by azeotropic distillation using acetonitrile. Then labeled F-18 with the precursor and purified through the column to remove impurities. After that, the product was eluted into the vial with normal saline through the MCE (Mixed cellulose ester) filter.

Result The yield of ^{18}F-FCH and ^{18}F-PSMA-1007 used with the CFN-MPS200 automated synthesizer was 9.60-26.17±5.07 and 31.10-51.60±6.80, respectively and the quality of ^{18}F-FCH and ^{18}F-PSMA-1007 were in accordance with the pharmacopeia acceptance criteria.

Conclusion The ^{18}F-PSMA-1007 used with the CFN-MPS200 automatic synthesizer in the Siriraj Cyclotron Centre showed a high radiochemical yields and synthesis steps is a simple process, easy operate and do not require special conditions than ^{18}F-FCH in management of prostate cancer.

Keywords ^{18}F－FCH, ^{18}F-PSMA-1007, Prostate cancer, PET/CT

บทนำ

มะเร็งต่อมลูกหมากเป็นมะเร็งที่ตรวจพบมากเป็นอันดับที่ 2 และเป็นสาเหตุของการเสียชีวิตอันดับที่ 5 ของมะเร็งเพศชายซึ่งถือเป็นปัญหาสำคัญของประชากรชายทั่วโลกรวมทั้งประเทศไทย โดยในปี 2018 มีผู้ป่วยรายใหม่จำนวน 1,276,106 รายและเสียชีวิตจำนวน 358,989 [1] มะเร็งต่อมลูกหมากเป็นมะเร็งชนิดอะดีโนคาร์ซิโนมา (Adenocarcinoma) มีการเติบโตช้าและไม่แสดงอาการในระยะแรกซึ่งจะเริ่มเกิดขึ้นในชายหนุ่มแต่สามารถตรวจพบได้ในช่วงอายุ 40-50 ปี [2]

ในการวินิจฉัยมะเร็งต่อมลูกหมากนั้นทำได้โดยการตรวจทางทวารหนัก การเจาะเลือดเพื่อหา PSA (Prostate-specific antigen) ซึ่งเป็นสารบ่งชี้มะเร็งต่อมลูกหมากในเลือด ตามด้วยการทำ transrectal ultrasound (TRUS) guided biopsy เพื่อยืนยันการวินิจฉัย แล้วกำหนดระยะโรคเพื่อวางแผนรักษาโดยทำการตรวจด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (Computerized Tomography Scan หรือ CT Scan) หรือการตรวจด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic Resonance Imaging หรือ MRI) ซึ่งมีข้อจำกัดบางอย่างที่ทำให้ไม่สามารถวินิจฉัยและบอกตำแหน่งของโรคมะเร็งได้อย่างถูกต้องแม่นยำ เช่น การประเมินการกระจายของมะเร็งไปต่อมน้ำเหลืองอาศัยขนาดของต่อมน้ำเหลือง ทำให้มีโอกาสระบุระยะโรคผิดพลาด [3-6] ปัจจุบันมีการใช้เครื่องเพท ซีที (PET/CT scan) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีขั้นสูงที่ประยุกต์การทำงานของเครื่องเพทสแกน (PET Scan) ร่วมกับ CT scan โดยการตรวจ PET/CT

scan เป็นการตรวจทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ การทำงานของเครื่องนั้นจะเป็นการถ่ายภาพรังสีของสารเภสัชรังสีที่ถูกฉีดเข้าสู่ร่างกาย ใช้ในการตรวจหาความผิดปกติของเซลล์ระดับเมตาบอลิซึม ตลอดจนเป็นเครื่องมือที่สามารถตรวจวินิจฉัยมะเร็งและกำหนดระยะโรคได้ไวและมีความแม่นยำมากขึ้น

สารเภสัชรังสีที่ใช้ในงานเวชศาสตร์นิวเคลียร์มีหลากหลายชนิดเช่น ^{18}F-Fluorodeoxyglucose (^{18}F-FDG) ซึ่งเป็น สารเภสัชรังสีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย แต่ไม่นิยมใช้ในการวินิจฉัยมะเร็งต่อมลูกหมาก เนื่องจากในมะเร็งต่อมลูกหมากนั้นมี การเผาผลาญกลูโคสต่ำส่งผลให้ความไว และความจำเพาะในการการตรวจหามะเร็งต่อมลูกหมากต่ำทำให้ความแม่นยำในการวินิจฉัยไม่เพียงพอ ซึ่งเป็นข้อจำกัดสำหรับ ^{18}F-FDG จึงได้มีการประยุกต์ใช้อนุพันธุ์ของโคลีนซึ่งเป็นฟอสโฟลิปิดในเยื่อหุ้มเซลล์ ต่อมลูกหมาก สารเภสัชรังสีชนิดโคลีนที่นิยมใช้คือ ^{11}C-Choline และ ^{18}F-Fluorocholine (^{18}F-FCH) ซึ่งมีความไวและจำเพาะต่อการวินิจฉัยมะเร็งต่อมลูกหมากได้ดีกว่า ^{18}F-FDG [6-11]ต่อมามีการวิจัยเกี่ยวกับมะเร็งต่อมลูกหมากพบว่าในผู้ป่วยมะเร็งต่อมลูกหมากนั้นจะมีสาร Prostate Specific Membrane Antigen หรือที่เรียกว่า PSMA ซึ่งเป็นไกลโคโปรตีนที่เนื้อเยื่อ ต่อมลูกหมากในปริมาณมาก [12-13] จึงได้มีการพัฒนาสารยับยั้งโมเลกุลขนาดเล็กขึ้นมา โดยนำมาติดฉลากกับไอโซโทปรังสีแกลเลียม-68 (Ga-68) หรือฟลูออรีน-18 (F-18) สำหรับสารเภสัชรังสีชนิด ^{68}Ga-PSMA ligands มีอัตราการตรวจวินิจฉัยมะเร็งต่อมลูกหมากที่สูงถึงแม้ว่าจะมีค่า PSA ที่ต่ำ อย่างไรก็ตามไอโซโทปรังสีแกลเลียม-68 สามารถผลิตโดยใช้เครื่องกำเนิดแกลเลียม-68 ซึ่งมีต้นทุนที่สูงและได้ผลผลิตที่ต่ำ ในทางตรงกันข้าม ไอโซโทปรังสีฟลูออรีน-18 มีข้อได้เปรียบเมื่อเทียบกับแกลเลียม-68 เช่นสามารถผลิตโดยใช้เครื่องไซโคลตรอนในปริมาณมาก และมีค่าครึ่งชีวิตที่ยาวนานกว่า สำหรับลิแกนด์ที่ใช้ติดฉลากกับสารรังสีชนิดฟลูออรีน-18 ได้แก่ PSMA-1007 ซึ่งสารเภสัชรังสีชนิด ^{18}F-PSMA-1007 เป็นที่นิยมใช้ในงานตรวจวินิจฉัยมะเร็งต่อมลูกหมากเนื่องจากให้ผลผลิตที่สูง มีการขับออกทางระบบขับถ่ายปัสสาวะน้อย และมีค่า Tumor to background ratio สูง โดยมีความไวในการหารอยโรคได้ดีกว่า [9,11,13]

ปัจจุบันทางศูนย์ไซโคลตรอนศิริราชได้มีการสังเคราะห์สารเภสัชรังสีเพื่อใช้ตรวจวินิจฉัยมะเร็งต่อมลูกหมากจากเครื่อง ไซโคลตรอนและเครื่องสังเคราะห์สารเภสัชรังสี CFN-MPS200 Multipurpose 2 ชนิดคือ ^{18}F-FCH และ ^{18}F-PSMA-1007 ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำเสนอขั้นตอนการสังเคราะห์สารเภสัชรังสีทั้ง 2 ชนิด และเปรียบเทียบผลเพื่อประเมินความสามารถในการสังเคราะห์สารเภสัชรังสีด้วยเครื่อง CFN-MPS200 Multipurpose

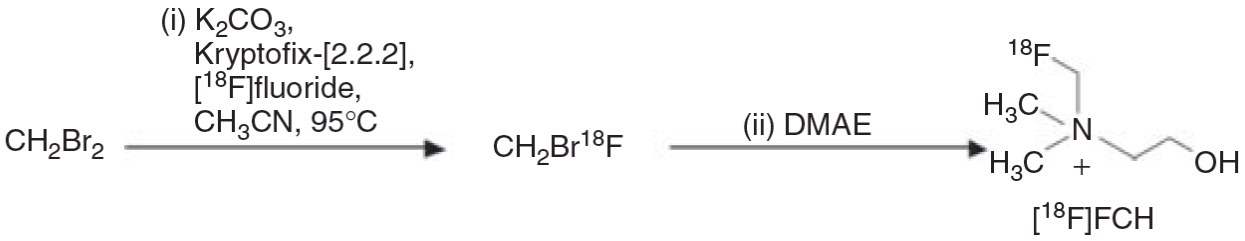
วัตถุประสงค์

1. เพื่ออธิบายขั้นตอนการสังเคราะห์สารเภสัชรังสีชนิด ^{18}F-FCH และ ^{18}F-PSMA1007 ด้วยเครื่องสังเคราะห์สารเภสัชรังสีอัตโนมัติ แบบ CFN-MPS200 Multipurpose (บริษัท Sumitomo Heavy Industries ประเทศญี่ปุ่น)
2. เพื่อประเมินความสามารถในการสังเคราะห์สารเภสัชรังสี ^{18}F-FCH และ ^{18}F-PSMA1007 ด้วยเครื่อง CFN-MPS200 Multipurpose ของศูนย์ไซโคลตรอนศิริราช

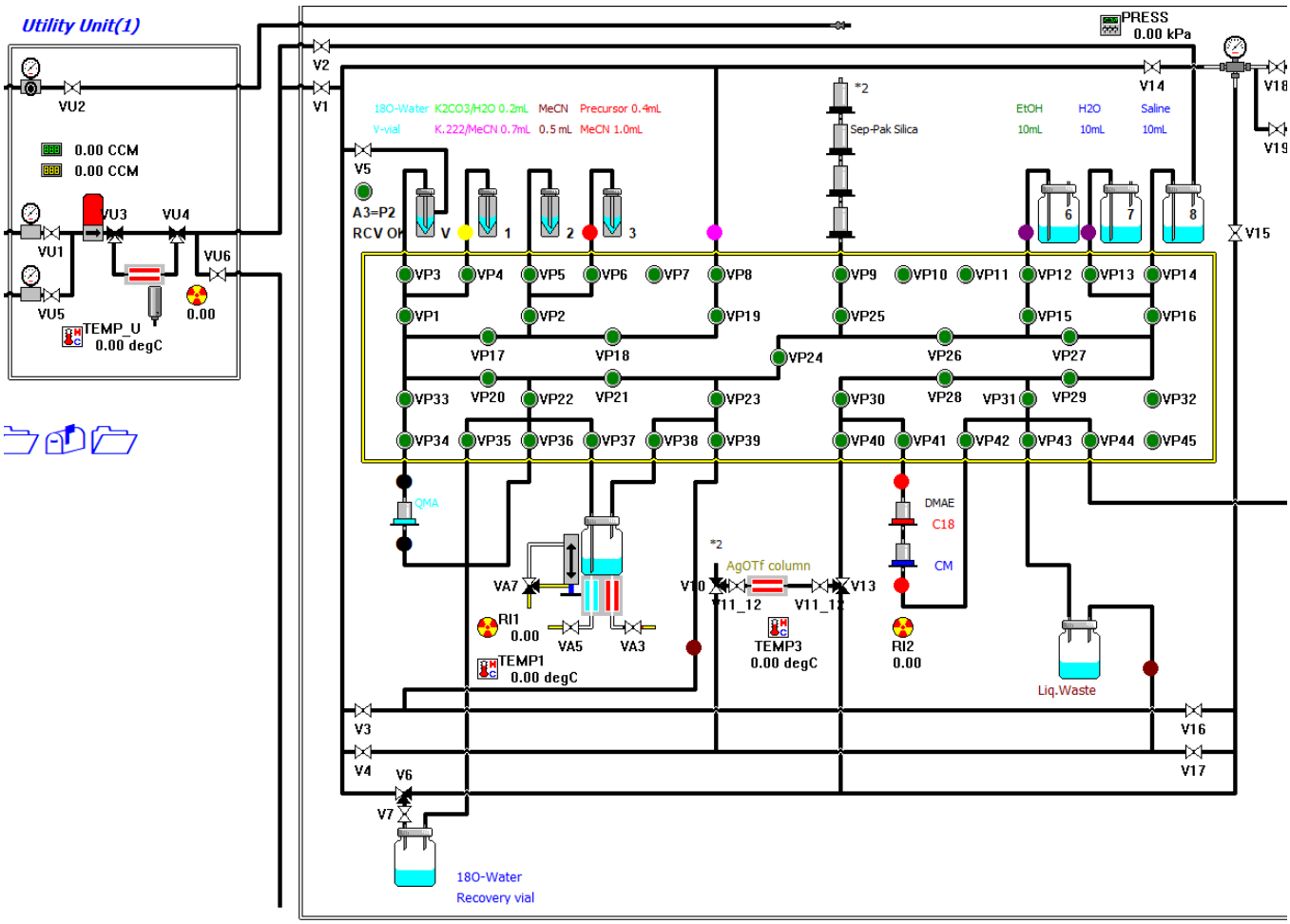
วิธีการศึกษา

1.การสังเคราะห์สารเภสัชรังสีชนิด ^{18}F-FCH

การสังเคราะห์สารเภสัชรังสีชนิด ^{18}F-FCH สามารถสังเคราะห์ได้จากเครื่องสังเคราะห์สารเภสัชรังสีอัตโนมัติแบบ CFN-MPS200 (บริษัท Sumitomo Heavy Industries ประเทศญี่ปุ่น) โดยเริ่มจากผลิตไอโซโทปรังสีฟลูออรีน-18 จากเครื่อง ไซโคลตรอนรุ่น HM-20S (บริษัท Sumitomo Heavy Industries ประเทศญี่ปุ่น) โดยการเร่งอนุภาคโปรตอนให้ได้พลังงาน 20 MeV และทำปฏิกิริยานิวเคลียร์กับออกซิเจน-18 ดังสมการนี้ ^{18}O(p,n)^{18}F ซึ่งจะเปลี่ยนออกซิเจน-18 เป็นฟลูออรีน-18 จากนั้นจะถูกส่งไปที่ขวด Target recovery ในเครื่องสังเคราะห์สารเภสัชรังสีอัตโนมัติแบบ CFN-MPS200 และถูกทำให้บริสุทธิ์ด้วย Sep-Pak® Plus Light QMA cartridge โดยใช้สารละลายผสมคริปโทฟิค 222 (Kryptofix 222) ปริมาณ 22 มิลลิกรัม ในสารละลายอะซีโตไนไตรล์ (CH_3CN) ปริมาตร 0.7 มิลลิลิตร และโพแทสเซียมคาร์บอเนต (K_2CO_3) ปริมาณ 3.3 มิลลิกรัมในน้ำปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร เป็นตัวชะฟลูออรีน-18 ออกจาก QMA cartridge ไปยังขวดสำหรับเกิดปฏิกิริยา จากนั้นทำให้แห้งด้วยสารละลายอะซีโตไนไตรล์ ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร และให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ทำการติดฉลากฟลูออรีน-18 กับสารละลายตั้งต้นไดโบรโมมีเทน (CH_2Br_2) ปริมาตร 0.4 มิลลิลิตรในสารละลายอะซีโตไนไตรล์ ปริมาตร 1.0 มิลลิลิตร โดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที จะได้สารผลิตภัณฑ์เป็น ^{18}F-CH_2Br ซึ่งอยู่ในสถานะแก๊ส จากนั้นทำให้บริสุทธิ์ด้วยการกรองผ่าน Sep-Pak Plus silica cartridge ที่ต่อกัน 3 ตัว และเคลื่อนที่ผ่านคอลัมน์ Silver triflate ที่มีอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ไปยังคอลัมน์ Sep-Pak C18 ที่ต่อกับ Sep-Pak CM โดยมีสารละลายไดเมททิลอะมิโนเอทานอล (DMAE) ปริมาตร 0.2 มิลลิลิตร ทำการล้างด้วยสารละลายเอทานอล ปริมาตร 10.0 มิลลิลิตร และน้ำ ปริมาตร 10.0 มิลลิลิตร เพื่อกำจัดสารเจือปนและเอทานอลตามลำดับ หลังจากนั้นชะสารเภสัชรังสีชนิด ^{18}F-FCH ด้วยน้ำเกลือ ปริมาตร 10.0 มิลลิลิตรไปยังขวดผลิตภัณฑ์ผ่านการกรองชนิด MCE ขนาด 0.22 ไมโครเมตร เพื่อทำให้สารผลิตภัณฑ์ปราศจากเชื้อ และสิ่งเจือปนก่อนนำไปใช้ในผู้ป่วย ปฏิกิริยาเคมี และไดอะแกรมที่ใช้ในการสังเคราะห์สารเภสัชรังสีชนิด ^{18}F-FCH แสดงดังภาพที่ 1 และ 2 ซึ่งใช้เวลาในการสังเคราะห์ทั้งหมด 50 นาที



ภาพที่ 1 ปฏิกิริยาการสังเคราะห์สารเภสัชรังสีชนิด ^{18}F-FCH



ภาพที่ 2 ไดอะแกรมที่ใช้ในการสังเคราะห์สารเภสัชรังสีชนิด ^{18}F-FCH

2. การสังเคราะห์สารเภสัชรังสีชนิด ^{18}F-PSMA-1007

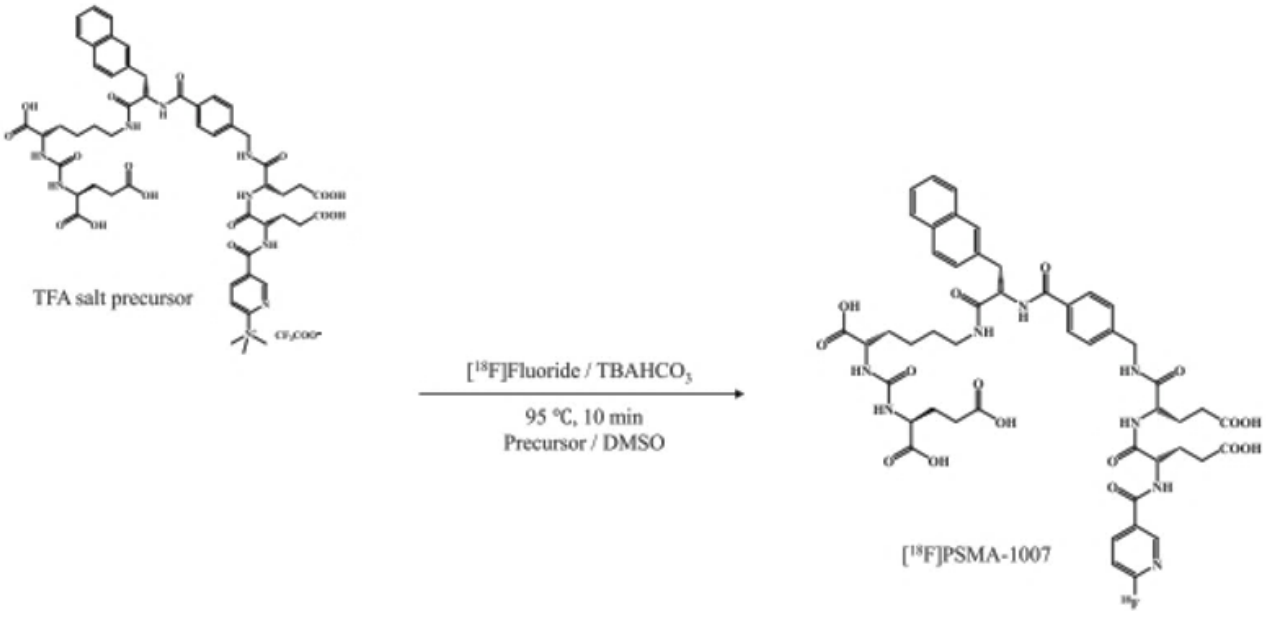
การสังเคราะห์สารเภสัชรังสีชนิด ^{18}F-PSMA-1007 (Soeda et al., 2019; Naka et al., 2020) สามารถสังเคราะห์ได้จากเครื่องสังเคราะห์สารเภสัชรังสีอัตโนมัติแบบ CFN-MPS200 (บริษัท Sumitomo Heavy Industries ประเทศญี่ปุ่น) โดยเริ่มจากผลิตไอโซโทปรังสีฟลูออรีน-18 ที่ได้อธิบายไว้ข้างต้น จากนั้นจะถูกส่งไปที่ขวด Target recovery ในเครื่องสังเคราะห์สารเภสัชรังสีอัตโนมัติแบบ CFN-MPS200 และถูกทำให้บริสุทธิ์ด้วย Sep-Pak® Plus Light QMA cartridge โดยใช้สารละลาย เตตระบิวทิลแอมโมเนียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต ($TBA.HCO_3$) ความเข้มข้น 0.075 โมลาร์ ปริมาตร 0.6 มิลลิลิตร จากนั้นทำให้แห้งด้วยสารละลายอะซีโตไนไตรล์ ปริมาตร 1.0 มิลลิลิตร และให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ทำการติดฉลากฟลูออรีน-18 กับสารละลายตั้งต้น PSMA-1007 ปริมาณ 1.6 มิลลิกรัมในสารละลายไดเมททิลซัลฟอกไซด์ (DMSO) ปริมาตร 2.0 มิลลิลิตร โดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที หลังจากติดฉลากแล้วจะได้สารผลิตภัณฑ์เป็นสารเภสัชรังสีชนิด ^{18}F-PSMA-1007 สารผลิตภัณฑ์จะเคลื่อนที่ไปยังขวดผสมปฏิกิริยาที่มี

สารละลายเอทานอลความเข้มข้น 5% ปริมาตร 7.0 มิลลิลิตร ทำการชะสารที่ติดค้างภายในท่อด้วยสารละลายเอทานอลความเข้มข้น 5% ปริมาตร 3.0 มิลลิลิตร หลังจากนั้นสารผลิตภัณฑ์จะเคลื่อนที่ไปยัง PS-H^+ cartridge ที่ต่อเข้ากับ C18 cartridge และทำการล้าง cartridge ทั้งสองด้วยสารละลายเอทานอลความเข้มข้น 5% ปริมาตร 23.0 มิลลิลิตร และความเข้มข้น 30% ปริมาตร 3.0 มิลลิลิตรตามลำดับ เพื่อชะสารเจือปนไปยังขวดของเสีย จากนั้นทำการชะสารเภสัชรังสีชนิด ^{18}F-PSMA-1007 ไปยังขวดผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำเกลือบัฟเฟอร์ฟอสเฟต (PBS) ปริมาตร 11.0 มิลลิลิตร ด้วยสารละลายเอทานอลความเข้มข้น 30% ปริมาตร 4.0 มิลลิลิตร ผ่านการกรองด้วยฟิลเตอร์ GV ขนาด 0.22 ไมโครเมตร เพื่อให้สารผลิตภัณฑ์ปราศจากเชื้อ และสิ่งเจือปนก่อนนำไปใช้ในผู้ป่วย ปฏิกิริยาเคมี และไดอะแกรมที่ใช้ในการสังเคราะห์สารเภสัชรังสีชนิด ^{18}F-PSMA-1007 แสดงดังภาพที่ 3 และ 4 ซึ่งใช้เวลาในการสังเคราะห์ทั้งหมด 40 นาที

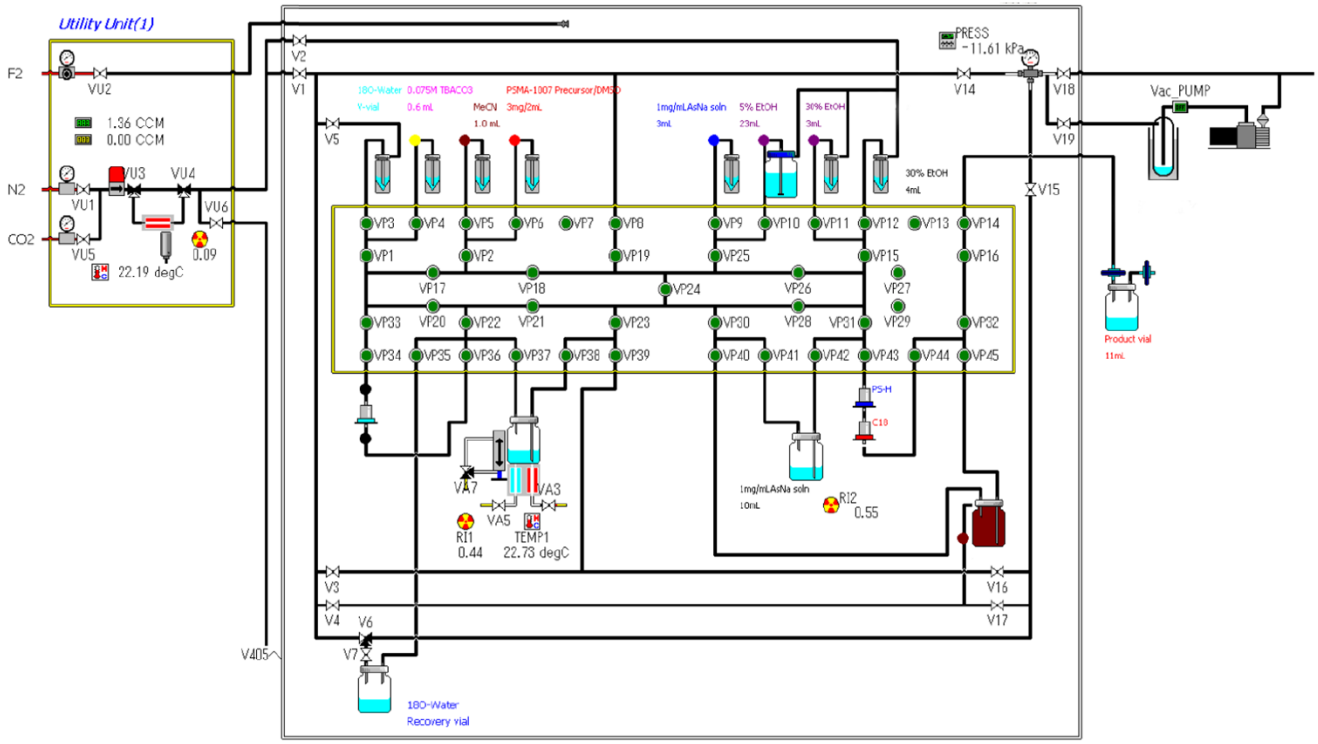
ผลการศึกษาและอภิปรายผล

สารเภสัชรังสีชนิด ^{18}F-FCH และ ^{18}F-PSMA-1007 ที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยเครื่องสังเคราะห์สารเภสัชรังสีอัตโนมัติแบบ CFN-MPS200 Multipurpose มีผลผลิตร้อยละ 9.60-26.17±5.07 และ 31.10-51.60±6.80 ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 1

ประโยชน์ทางคลินิกของตัวติดตามที่ใช้อนุพันธ์โคลีนในงานตรวจทาง PET/CT (^{11}C-choline และ ^{18}F- fluorocholine) ในมะเร็งต่อมลูกหมากได้รับการยอมรับเป็นอย่างดี และถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา อย่างไรก็ตามตัวติดตามที่ใช้อนุพันธ์โคลีนมีข้อจำกัดหลายด้านอาทิเช่น ความไวที่จำเพาะต่อระดับแอนติเจนที่ต่อมลูกหมากต่ำและมีการขับออกทางระบบขับถ่ายปัสสาวะที่สูง[6-11]



ภาพที่ 3 ปฏิกิริยาการสังเคราะห์สารเภสัชรังสีชนิด ^{18}F-PSMA-1007



ภาพที่ 4 ไดอะแกรมที่ใช้ในการสังเคราะห์สารเภสัชรังสีชนิด ^{18}F-PSMA-1007

ในการศึกษาการสังเคราะห์สารเภสัชรังสีชนิด ^{18}F-PSMA-1007 (31.10-51.60±6.80 ให้ผลผลิตที่สูงกว่า ^{18}F-FCH (9.60-26.17±5.07) และจากการสังเคราะห์สารเภสัชรังสีชนิด ^{18}F-FCH มีขั้นตอนการสังเคราะห์ที่ยุ่งยากกว่า ^{18}F-PSMA-1007 ซึ่งในขั้นตอนที่ ^{18}F- FCH_2Br ที่มีสถานะเป็นแก๊ส เมื่อผ่านคอลัมน์ Silver triflate อาจเกิดการรั่วออกของสารได้ ซึ่งส่งผลต่อผลผลิตที่ได้ หรือความสำเร็จในการสังเคราะห์สารเภสัชรังสี และมีการใช้สารเคมีหลายชนิด เช่น สารละลายไดโบรโมมีเทน และไดเมททิลอะมิโนเอทานอลซึ่งเป็นสารเคมีที่ค่อนข้างเป็นพิษ อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานจากการสูดดม หรือจากการสัมผัสทางผิวหนัง

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาการผลิตสารเภสัชรังสีชนิด ^{18}F-FCH และ ^{18}F-PSMA-1007 ด้วยเครื่องสังเคราะห์สารเภสัชรังสีอัตโนมัติแบบ CFN-MPS200 ของศูนย์ไซโคลตรอนศิริราชพบว่าสารเภสัชรังสีชนิด ^{18}F-PSMA-1007 มีผลผลิตร้อยละที่สูงกว่า และมีขั้นตอนการสังเคราะห์สารเภสัชรังสีที่ง่ายกว่าสารเภสัชรังสีชนิด ^{18}F-FCH ในการตรวจวินิจฉัยโรคมะเร็งต่อมลูกหมาก

ตารางที่ 1 ผลผลิตการสังเคราะห์สารเภสัชรังสีชนิด ^{18}F-FCH และ ^{18}F-PSMA-1007

Batch no.	^{18}F-FCH			^{18}F-PSMA-1007		
	Activity initial (GBq)	Activity yields (GBq)	Radiochemical yields (%)	Activity initial (GBq)	Activity yields (GBq)	Rad iochemical yields (%)
1	64	6.70	13.78	22	5.92	35.98
2	78	11.84	19.54	35	13.17	51.60
3	62	6.29	13.34	53	12.40	35.25
4	77	9.25	15.17	57	12.06	31.10
5	77	15.65	26.17	97	25.01	37.42
6	87	13.39	19.82	122	38.15	42.87
7	83	7.03	10.24	109	37.81	46.09
8	75	5.92	19.05	111	35.48	44.67
9	75	11.1	18.69	108	38.33	49.91
10	62	4.63	9.60	123	42.40	46.09

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รศ.พญ. เบญจาภา เขียวหวาน รศ.ดร. ชูอิจิ ชิระโทริ และเจ้าหน้าที่ศูนย์ไซโคลตรอนศิริราช ทุกท่าน ที่ได้ให้การสนับสนุนให้บุคลากรได้มีการพัฒนาคุณภาพของงานโดยการทำงานวิจัย และให้คำปรึกษาในการทำงานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. Ferlay J, Ervik M, Lam F, et al. Global Cancer Observatory: Cancer Today. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer. Available from: https://gco.iarc.fr/today, accessed [04 June 2020].
2. Bax C, Taverna G, Eusebio L, et.al.. Innovative Diagnostic Methods for Early Prostate Cancer Detection through Urine Analysis: A Review. Cancers 2018, 10, 123. doi:10.3390/cancers10040123.
3. Stenman UH, Leinonen J, Zhang WM, Finne P. Prostate-specific antigen. Semin. Cancer Biol. 1999, 9,83–93. doi: 10.1006/scbi.1998.0086.
4. Gohji K, Okamoto M, Morisue K, Fujii A. Usefulness of Digital Rectal Examination, Serum Prostate Specific Antigen, Transrectal

Ultrasonography and Systematic Prostate Biopsy for the Detection of Organ-Confined Prostate Cancer. J Urol 1995; 2:116-120.

5. Grossfeld GD, Carroll PR. Prostate cancer early detection: a clinical perspective. Epidemiol Rev 2001;23(1):173–180.
6. Descotes JL . Diagnosis of prostate cancer. A Review. Asian Journal of Urology 2019;6: 129-136
7. Jadvar H. Molecular imaging of prostate cancer with 18Ffluorodeoxyglucose PET. Nat Rev Urol 2009;6: 317–23.
8. Cuccurullo V, Di Stasio GD, Mansi L. Nuclear medicine in prostate cancer: A new era for radiotracers. World J Nucl Med 2018; 17:70-8.
9. Kit NH, Dugué AE, Sevin E, et.al. Pairwise Comparison of 18F-FDG and 18F-FCH PET/CT in Prostate Cancer Patients with Rising PSA and Known or Suspected Second Malignancy. Nuclear Medicine Communications 2016, 37:348–355.
10. Kathryn L. Wallitt, Sairah R. Khan, Suraiya Dubash, et.al. Clinical PET Imaging in Prostate Cancer. RadioGraphics 2017; 37:1512–1536.
11. Martin H. Umbehr, Michael Mu¨ntener, Thomas Hany et.al. The Role of 11C-Choline and 18F-Fluorocholine Positron Emission Tomography (PET) and PET/CT in Prostate Cancer: A Systematic Review and Meta-analysis. Eur Urol 2013;64: 106–117.
12. Lindenberg L, Choyke P, Dahut W. Prostate Cancer Imaging with Novel PET Tracers. Curr Urol Rep 2016 March; 17(3): 18. doi:10.1007/s11934-016-0575-5.
13. Israeli RS, Powell CT, Corr JG, et.al. Expression of the prostate-specific membrane antigen. Cancer Res 1994; 54: 1807-11.