

# Process Mining 2020 최종보고서

---

BPI CHALLENGE 2011

홍서영

경영학과 | 2016100440

SUBMITTED ON 12.06.2020

## Table of Contents

<b>1. Data 설명 .....</b>	<b>3</b>
1.1. Data 및 Process 개요 .....	3
1.2. Process Owner (또는 Data Provider) .....	3
1.3. Event Log Size.....	3
1.4. 제공 파일 설명.....	3
1.5. 분석 목표 .....	3
<b>2. Getting the Data.....</b>	<b>4</b>
2.1. Raw Data Schema .....	4
2.2 Data Preprocessing.....	4
2.3. New Data Schema .....	5
2.4. Attribute 설명.....	6
2.5. Input File 생성 예시.....	7
<b>3. Process Map.....</b>	<b>10</b>
3.1. Process Map with Frequency .....	10
3.2. Process Map with Performance [Median Duration 사용].....	13
<b>4. Control-flow models.....</b>	<b>16</b>
4.1. Rough process analysis - organisation based .....	16
4.2. Detailed process analysis - organisation based .....	17
4.2.1. Radiology (영상의학과) .....	17
4.2.2. Radiotherapy (방사선치료과).....	18
4.2.3. Pathology (병리과).....	19
4.2.4. Obstetrics & Gynaecology clinic (산부인과).....	20
4.2.5. General Lab Clinical Chemistry (진단검사의학과).....	21
4.3. Rough process analysis - diagnosis code based.....	22
4.3.1 Process map - M13 .....	23
4.3.2 Process map - M16.....	24
4.3.3 Process map - M11 .....	24
4.3.4 Process analysis .....	25

<b>4.4. Detailed process analysis - diagnosis code based .....</b>	<b>26</b>
<b>4.4.1 Process map - M13 .....</b>	<b>26</b>
<b>4.4.2 Process map - M16 .....</b>	<b>27</b>
<b>4.4.3 Process map - M11 .....</b>	<b>28</b>
<b>4.4.4 Process analysis .....</b>	<b>29</b>
<b>4.5. 내원 기간별 분석 .....</b>	<b>30</b>
<b>4.5.1. 단기 Process map (1년 미만).....</b>	<b>30</b>
<b>4.5.2. 장기 Process map (1년 이상).....</b>	<b>30</b>
<b>4.5.3. Process analysis .....</b>	<b>31</b>
<b>5. Social Network Models.....</b>	<b>32</b>
<b>5.1. Social network based on handover of organisation .....</b>	<b>32</b>
<b>5.2. Dotted Chart .....</b>	<b>33</b>
<b>5.3. Social network based on handover of organisation - diagnosis code based .....</b>	<b>34</b>
<b>5.3.1. M13.....</b>	<b>34</b>
<b>5.3.2. M16.....</b>	<b>36</b>
<b>5.3.3. M11.....</b>	<b>38</b>
<b>5.3.4. 106 .....</b>	<b>40</b>
<b>5.3.5. Non-106.....</b>	<b>42</b>
<b>5.3.6. Analysis .....</b>	<b>44</b>
<b>5.4. Handover of organisation matrix .....</b>	<b>51</b>
<b>5.4.1. M13 .....</b>	<b>51</b>
<b>5.4.2. M16 .....</b>	<b>51</b>
<b>5.4.3. M11 .....</b>	<b>51</b>
<b>5.4.4. 106 .....</b>	<b>51</b>
<b>5.4.5. Non-106.....</b>	<b>51</b>
<b>5.4.6. Analysis .....</b>	<b>52</b>

## 1. Data 설명

### 1.1. Data 및 Process 개요

Dutch Academic Hospital에서 수집된 real-life log로, 산부인과 환자들이 진단 및 치료를 받은 기록에 대한 데이터이다. 환자들은 진단받고, 치료받는 과정을 각자의 상황에 따라 반복하는데 환자들의 이런 process에 대해 분석하기 위해 수집된 데이터이다.

### 1.2. Process Owner (또는 Data Provider)

Dutch Academic Hospital에서 산부인과 환자들을 진단하고 치료하는 과정에서 기록된 data를 제공했다.

### 1.3. Event Log Size

Raw event log는 150,291 개의 event, 1143개의 case, 624개의 activity를 포함하고 있다.

### 1.4. 제공 파일 설명

데이터에는 기본적인 case와 event에 대한 기록 외에도 process에 관련된 다양한 attribute가 포함되어 있다. treatment code, producer code, execution 횟수, 진단명, diagnosis code, timestamp (치료 기간), start/end date, activity를 수행한 그룹 (담당 의료 부서), activity code, specialism code, transition, 환자의 나이 등이 있다.

### 1.5. 분석 목표

1) Control-flow models, social network models, performance models, predictive models 과 같은 특정 모델에 집중해 특정 측면에 대해 상세히 분석하거나, 2) 전반적인 비즈니스 개선을 위한 더 넓은 범위에서의 분석, 두 가지 목표를 제시했다.

## 2. Getting the Data

### 2.1. Raw Data Schema

Raw data는 다음과 같이 구성되어 있다. 좌측에는 column name을, 우측에는 value의 예시를 적었다. 선으로 mapping된 것은 왼쪽의 value에 따라 우측의 고유 code를 갖는다는 것을 의미한다.

Information		Information Code	
case	1142	producer code	CHE2
event	1e consult poliklinisch	activity code	410100
time	2005-01-03T00:00:00+01:00		
start date (0~15)	2005-01-03T00:14:24+01:00		
end date (0~15)	2006-01-04T23:45:36+01:00		
org	General Lab Clinical Chemistry		
section	Section 4		
lifecycle	complete		

Patient		Patient Code	
age (0~5)	74	diagnosis code (0~15)	M13
diagnosis (0~15)	maligniteit cervix	treatment code (0~15)	113
number of executions	1	diagnosis treatment combination ID (0~15)	376908
		specialism code (0~15)	61

### 2.2 Data Preprocessing

#### 1) Translated Dutch to English

Activity가 Dutch로 적혀있어서 해석이 어려워, Python에서 Google Translate API를 활용해 영어로 번역해 attribute를 수정했다.

#### 2) Diagnosis, diagnosis code, treatment code → converted into a set

기존에는 각 attribute당 16개의 column (0~15)이 존재했다. 예를 들어, diagnosis:1과 diagnosis code:1, treatment code:1 을 매칭해 봐야했다. 하지만, 이렇게 되면 column이 나눠지게 되면 분석이 어려워 Python에서 Pandas를 활용해 set으로 합쳤다. 다른 attribute에서는 중복이 없었는데, diagnosis code에서는 중복이 있는 경우가 있었다. 진단 코드의 경우에는 다른 병이지만 진단 코드가 같은 경우가 있었기 때문이다. 이 경우에는 중복을 제거했다.

#### 3) 분석에 불필요한 column 제외

아래의 column들을 다음과 같은 이유로 제외시켰다.

- a) age
  - a. 환자가 1년 이상 병원을 다닌 경우에는 환자의 매년 나이가 5개의 나이 column에 기록되었다.
  - b. 병원 진단 및 치료 프로세스와는 별개로 환자의 개인 정보라고 판단되어 제외했다.
- b) start date & end date
  - a. timestamp column과의 상관관계가 존재하지 않을 뿐더러 각기 다른 event임에도 불구하고 같은 timestamp를 갖는 등 불명확하다고 판단해 제외했다.
- c) section & producer code
  - a. 더욱 명확하고 중요한 의료 담당 부서 이름 column이 있기 때문에, 분류 기준이 모호한 위 2개 attribute는 제외시켰다.
- d) lifecycle
  - a. 모든 value가 'complete'기 때문에 제외시켰다.
- e) activity code
  - a. activity column과 1:1로 매칭되는 값을 갖기에 acitivity column만 남기고 해당 column은 제외했다.
- f) number of executions
  - a. event log의 98%가 1의 값을 가져서, 유의미한 attribute가 아니라고 판단해 제외했다.
- g) diagnosis treatment combination ID
  - a. value가 없는 경우도 많고, 개개인이 모두 unique한 ID를 갖는 양상을 보여 어떤 공통적인, 유의미한 발견이 어렵다고 판단해 제외했다.
- h) specialism code
  - a. 진단/치료/검사를 진행한 진료과에 따라 코드가 부여되는 양상을 보여 org column만 남기고 해당 column은 제외시켰다.

### 2.3. New Data Schema

Information	
case	1142
event (English)	1st consultation outpatient
time	2005-01-03T00:00:00+01:00
org	General Lab Clinical Chemistry

Patient	
diagnosis (set)	Recidievenmaligniteitvulva, maligniteitvulva, Gynaecologischetumoren

Patient Code	
diagnosis code (set)	M11, 106
treatment code (set)	803, 101, 62

## 2.4. Attribute 설명

- 1) Case
  - a) Case ID, 즉 환자의 ID라고 할 수 있다.
  - b) 0~1142의 값을 갖는다.
  - c) 가장 많은 event가 수행된 case ID는 824로, 해당 환자에 대해 1814개의 event가 수행되었다.
- 2) Event
  - a) 환자의 진단/치료/검사를 위해 어떤 activity가 수행되었는지에 대한 기록이다.
  - b) 622개의 activity가 있다.
- 3) Time
  - a) Timestamp, 시간이 기록되어 있지만 기본값을 가져 날짜만 의미가 있다고 볼 수 있다.
  - b) 환자의 첫 event timestamp부터 마지막 event timestamp가 환자의 치료 duration이 된다.  
Duration이 가장 긴 경우에는 3년 이상, 짧은 경우에는 1-day (당일)이다.
- 4) Org
  - a) Activity를 수행한 담당한 진료과이다.
  - b) 총 43개의 부서가 존재하고, General Lab Clinical Chemistry가 전체 event log의 63% 이상을 수행했다.
- 5) Diagnosis
  - a) 환자가 진단받은 병명의 집합이다.
  - b) 관측된 진단 병명의 조합으로 구성된 집합 종류는 총 209개로 나타났다.
  - c) {Maligneneoplasmacervixuteri, Gynaecologischetumoren}에 대한 activity가 수행된 경우가 가장 많았는데, 전체 event log의 13.48%를 차지한다. {maligniteitcervix}는 5.66%, {maligniteitcervix, Gynaecologischetumoren}는 4.71 %로 나타났다.
- 6) Diagnosis code
  - a) 환자의 질병들에 해당하는 질병 코드의 집합이다. 어떤 종류의 병을 앓는지 알 수 있다.
  - b) 관측된 진단 코드는 M11, M12, M13, M14, M15, M16, 106, 821, 822, 823, 839이다.
  - c) 진단 코드의 조합으로 구성된 집합 종류는 총 51개로 나타났다.
  - d) {M16}이 event log 전체의 13.24%를, {M13}이 9.72%, {822, 106}이 8.66%, {M16, 821}이 7.71%를 차지했다.
  - e) case별로 보면 {M13}이 252개의 case, {M16}이 201개, {M11}이 162개, {M14}가 106개, {106}이 70개로 상위 5개를 차지했다.
- 7) Treatment code
  - a) 환자에게 행해진 치료에 대한 코드의 집합이다.
  - b) 치료 코드의 조합으로 구성된 집합 종류는 총 237개로 나타났다.

## 2.5. Input File 생성 예시

### 1) CSV 파일 예시 (일부)

custom_final						
case:conceptname	event:conceptname	Treatment code	Diagnosis	Diagnosis code	org:group	time:timestamp
0	1st consultation outpatient	{103, 13, 23}	{maligniteitcervix, Gynaecologischetumoren}	{106, M13}	Radiotherapy	2005-01-03T00:00:00+01:00
0	administrative rate - first pol	{103, 13, 23}	{maligniteitcervix, Gynaecologischetumoren}	{106, M13}	Radiotherapy	2005-01-03T00:00:00+01:00
0	verlosk.-gynaec. Short card fees out	{103, 13, 23}	{maligniteitcervix, Gynaecologischetumoren}	{106, M13}	Nursing ward	2005-01-05T00:00:00+01:00
0	Ultrasound - internal genitalia	{103, 13, 23}	{maligniteitcervix, Gynaecologischetumoren}	{106, M13}	Obstetrics & Gynaecology clinic	2005-01-05T00:00:00+01:00
0	1st consultation outpatient	{103, 13, 23}	{maligniteitcervix, Gynaecologischetumoren}	{106, M13}	Nursing ward	2005-01-05T00:00:00+01:00
0	administrative rate - first pol	{103, 13, 23}	{maligniteitcervix, Gynaecologischetumoren}	{106, M13}	Nursing ward	2005-01-05T00:00:00+01:00
0	simulator - used before megavolt	{103, 13, 23}	{maligniteitcervix, Gynaecologischetumoren}	{106, M13}	Radiotherapy	2005-01-24T00:00:00+01:00
0	treatment time - unit t3 - megavolt	{103, 13, 23}	{maligniteitcervix, Gynaecologischetumoren}	{106, M13}	Radiotherapy	2005-01-31T00:00:00+01:00
0	teletherapy - megavolt photons bestrahl	{103, 13, 23}	{maligniteitcervix, Gynaecologischetumoren}	{106, M13}	Radiotherapy	2005-01-31T00:00:00+01:00
0	assumption laboratory	{103, 13, 23}	{maligniteitcervix, Gynaecologischetumoren}	{106, M13}	General Lab Clinical Chemistry	2005-02-15T00:00:00+01:00
0	assumption laboratory	{103, 13, 23}	{maligniteitcervix, Gynaecologischetumoren}	{106, M13}	General Lab Clinical Chemistry	2005-02-15T00:00:00+01:00
0	urea	{103, 13, 23}	{maligniteitcervix, Gynaecologischetumoren}	{106, M13}	General Lab Clinical Chemistry	2005-02-15T00:00:00+01:00
0	hemoglobin photoelectric	{103, 13, 23}	{maligniteitcervix, Gynaecologischetumoren}	{106, M13}	General Lab Clinical Chemistry	2005-02-15T00:00:00+01:00
0	creatinine	{103, 13, 23}	{maligniteitcervix, Gynaecologischetumoren}	{106, M13}	General Lab Clinical Chemistry	2005-02-15T00:00:00+01:00
0	sodium by flame photometry	{103, 13, 23}	{maligniteitcervix, Gynaecologischetumoren}	{106, M13}	General Lab Clinical Chemistry	2005-02-15T00:00:00+01:00
0	potassium potentiometric	{103, 13, 23}	{maligniteitcervix, Gynaecologischetumoren}	{106, M13}	General Lab Clinical Chemistry	2005-02-15T00:00:00+01:00
0	leukocyte count electronic	{103, 13, 23}	{maligniteitcervix, Gynaecologischetumoren}	{106, M13}	General Lab Clinical Chemistry	2005-02-15T00:00:00+01:00
0	counting platelets - electronically	{103, 13, 23}	{maligniteitcervix, Gynaecologischetumoren}	{106, M13}	General Lab Clinical Chemistry	2005-02-15T00:00:00+01:00
0	order rate	{103, 13, 23}	{maligniteitcervix, Gynaecologischetumoren}	{106, M13}	General Lab Clinical Chemistry	2005-02-15T00:00:00+01:00
0	lay days - all spec.beh.kinderg.-reval.	{103, 13, 23}	{maligniteitcervix, Gynaecologischetumoren}	{106, M13}	Nursing ward	2005-02-17T00:00:00+01:00
0	assumption laboratory	{103, 13, 23}	{maligniteitcervix, Gynaecologischetumoren}	{106, M13}	Medical Microbiology	2005-02-17T00:00:00+01:00
0	assumption laboratory	{103, 13, 23}	{maligniteitcervix, Gynaecologischetumoren}	{106, M13}	General Lab Clinical Chemistry	2005-02-17T00:00:00+01:00
0	sediment - emergency	{103, 13, 23}	{maligniteitcervix, Gynaecologischetumoren}	{106, M13}	General Lab Clinical Chemistry	2005-02-17T00:00:00+01:00
0	bacteriological examination with culture -nie	{103, 13, 23}	{maligniteitcervix, Gynaecologischetumoren}	{106, M13}	Medical Microbiology	2005-02-17T00:00:00+01:00
0	bacteriological examination with culture -nie	{103, 13, 23}	{maligniteitcervix, Gynaecologischetumoren}	{106, M13}	Medical Microbiology	2005-02-17T00:00:00+01:00
0	bacteriological examination with culture -nie	{103, 13, 23}	{maligniteitcervix, Gynaecologischetumoren}	{106, M13}	Medical Microbiology	2005-02-17T00:00:00+01:00
0	resistance determinations - 5 determinations	{103, 13, 23}	{maligniteitcervix, Gynaecologischetumoren}	{106, M13}	Medical Microbiology	2005-02-17T00:00:00+01:00
0	resistance determinations - 5 determinations	{103, 13, 23}	{maligniteitcervix, Gynaecologischetumoren}	{106, M13}	Medical Microbiology	2005-02-17T00:00:00+01:00
0	hepatitis-b surface antigen confirmation	{103, 13, 23}	{maligniteitcervix, Gynaecologischetumoren}	{106, M13}	Medical Microbiology	2005-02-17T00:00:00+01:00
0	hepatitis-b surface antigen confirmation	{103, 13, 23}	{maligniteitcervix, Gynaecologischetumoren}	{106, M13}	Medical Microbiology	2005-02-17T00:00:00+01:00
0	urinalysis - qualitative	{103, 13, 23}	{maligniteitcervix, Gynaecologischetumoren}	{106, M13}	General Lab Clinical Chemistry	2005-02-17T00:00:00+01:00
969	assumption laboratory	{613}	{Malignenieuvv.corpusuteri(nno)}	{M14}	General Lab Clinical Chemistry	2007-07-03T01:00:00+02:00
969	assumption laboratory	{613}	{Malignenieuvv.corpusuteri(nno)}	{M14}	General Lab Clinical Chemistry	2007-07-03T01:00:00+02:00
969	assumption laboratory	{613}	{Malignenieuvv.corpusuteri(nno)}	{M14}	General Lab Clinical Chemistry	2007-07-03T01:00:00+02:00
969	hemoglobin photoelectric	{613}	{Malignenieuvv.corpusuteri(nno)}	{M14}	General Lab Clinical Chemistry	2007-07-03T01:00:00+02:00
969	abo blood group and rhesus factor	{613}	{Malignenieuvv.corpusuteri(nno)}	{M14}	General Lab Clinical Chemistry	2007-07-03T01:00:00+02:00
969	rhesus factor d - centrifugeermethode - email	{613}	{Malignenieuvv.corpusuteri(nno)}	{M14}	General Lab Clinical Chemistry	2007-07-03T01:00:00+02:00
969	Screening antibodies erythrocytes	{613}	{Malignenieuvv.corpusuteri(nno)}	{M14}	General Lab Clinical Chemistry	2007-07-03T01:00:00+02:00
969	CA-125 using meia	{613}	{Malignenieuvv.corpusuteri(nno)}	{M14}	General Lab Clinical Chemistry	2007-07-03T01:00:00+02:00
969	order rate	{613}	{Malignenieuvv.corpusuteri(nno)}	{M14}	General Lab Clinical Chemistry	2007-07-03T01:00:00+02:00
969	order rate	{613}	{Malignenieuvv.corpusuteri(nno)}	{M14}	General Lab Clinical Chemistry	2007-07-03T01:00:00+02:00
969	190021 inpatient a002	{613}	{Malignenieuvv.corpusuteri(nno)}	{M14}	Nursing ward	2007-07-03T01:00:00+02:00
969	A205 190205 class 3b	{613}	{Malignenieuvv.corpusuteri(nno)}	{M14}	Nursing ward	2007-07-03T01:00:00+02:00
969	190 101 bovenreg.toesl. a101	{613}	{Malignenieuvv.corpusuteri(nno)}	{M14}	Nursing ward	2007-07-03T01:00:00+02:00
969	lay days - all spec.beh.kinderg.-reval.	{613}	{Malignenieuvv.corpusuteri(nno)}	{M14}	Nursing ward	2007-07-04T01:00:00+02:00
969	uterus - extirpation - abdominal me	{613}	{Malignenieuvv.corpusuteri(nno)}	{M14}	Operating rooms	2007-07-04T01:00:00+02:00
969	immuno pathological examination	{613}	{Malignenieuvv.corpusuteri(nno)}	{M14}	Pathology	2007-07-04T01:00:00+02:00
969	cytological examination - ascites -	{613}	{Malignenieuvv.corpusuteri(nno)}	{M14}	Pathology	2007-07-04T01:00:00+02:00
969	Histological examination - large resectiep	{613}	{Malignenieuvv.corpusuteri(nno)}	{M14}	Pathology	2007-07-04T01:00:00+02:00
969	A205 190205 class 3b	{613}	{Malignenieuvv.corpusuteri(nno)}	{M14}	Nursing ward	2007-07-04T01:00:00+02:00
969	190 101 bovenreg.toesl. a101	{613}	{Malignenieuvv.corpusuteri(nno)}	{M14}	Nursing ward	2007-07-04T01:00:00+02:00
969	lay days - all spec.beh.kinderg.-reval.	{613}	{Malignenieuvv.corpusuteri(nno)}	{M14}	Nursing ward	2007-07-05T01:00:00+02:00
969	A205 190205 class 3b	{613}	{Malignenieuvv.corpusuteri(nno)}	{M14}	Nursing ward	2007-07-05T01:00:00+02:00
969	190 101 bovenreg.toesl. a101	{613}	{Malignenieuvv.corpusuteri(nno)}	{M14}	Nursing ward	2007-07-05T01:00:00+02:00
969	lay days - all spec.beh.kinderg.-reval.	{613}	{Malignenieuvv.corpusuteri(nno)}	{M14}	Nursing ward	2007-07-06T01:00:00+02:00
969	assumption laboratory	{613}	{Malignenieuvv.corpusuteri(nno)}	{M14}	General Lab Clinical Chemistry	2007-07-06T01:00:00+02:00
969	hemoglobin photoelectric	{613}	{Malignenieuvv.corpusuteri(nno)}	{M14}	General Lab Clinical Chemistry	2007-07-06T01:00:00+02:00
969	order rate	{613}	{Malignenieuvv.corpusuteri(nno)}	{M14}	General Lab Clinical Chemistry	2007-07-06T01:00:00+02:00

## 2) MXML 파일 예시 (일부)

```
custom_final.mxml
1 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2 <!-- MXML version 1.0 -->
3 <!-- Created by Fluxicon Disco (http://fluxicon.com/disco/ -->
4 <!-- (c) 2017 Fluxicon - http://fluxicon.com/ -->
5 <WorkflowLog xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xsi:noNamespaceSchemaLocation="http://is.tm.tue.nl/research/
+ processmining/WorkflowLog.xsd">
6   <Source program="Fluxicon Disco"/>
7   <Process id="custom_final.mxml" description="Converted to MXML by Fluxicon Disco">
8     <ProcessInstance id="0">
9       <Data>
10      <Attribute name="Variant">Variant 39</Attribute>
11      <Attribute name="Variant index">39</Attribute>
12    </Data>
13    <AuditTrailEntry>
14      <Data>
15        <Attribute name="Treatment code">{103, 13, 23}</Attribute>
16        <Attribute name="Diagnosis">{maligniteitcervix, Gynaecologischetumoren}</Attribute>
17        <Attribute name="Diagnosis code">{M13, 106}</Attribute>
18      </Data>
19      <WorkflowModelElement>1st consultation outpatient</WorkflowModelElement>
20      <EventType>complete</EventType>
21      <Timestamp>2005-01-03T00:00:00.000+09:00</Timestamp>
22      <Originator>Radiotherapy</Originator>
23    </AuditTrailEntry>
24    <AuditTrailEntry>
25      <Data>
26        <Attribute name="Treatment code">{103, 13, 23}</Attribute>
27        <Attribute name="Diagnosis">{maligniteitcervix, Gynaecologischetumoren}</Attribute>
28        <Attribute name="Diagnosis code">{M13, 106}</Attribute>
29      </Data>
30      <WorkflowModelElement>administrative rate - first pol</WorkflowModelElement>
31      <EventType>complete</EventType>
32      <Timestamp>2005-01-03T00:00:00.000+09:00</Timestamp>
33      <Originator>Radiotherapy</Originator>
34    </AuditTrailEntry>
```

### 3) XES 파일 예시 (일부)

```
custom_final.xes
1  <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2  <!-- XES version 1.0 -->
3  <!-- Created by Fluxicon Disco (http://fluxicon.com/disco/ -->
4  <!-- (c) 2017 Fluxicon - http://fluxicon.com/ -->
5  <log xes.version="1.0" xmlns="http://www.xes-standard.org" xes.creator="Fluxicon Disco">
6      <extension name="Concept" prefix="concept" uri="http://www.xes-standard.org/concept.xesext"/>
7      <extension name="Lifecycle" prefix="lifecycle" uri="http://www.xes-standard.org/lifecycle.xesext"/>
8      <extension name="Time" prefix="time" uri="http://www.xes-standard.org/time.xesext"/>
9      <extension name="Organizational" prefix="org" uri="http://www.xes-standard.org/org.xesext"/>
10     <global scope="trace">
11         <string key="concept:name" value="name"/>
12         <string key="variant" value="string"/>
13         <int key="variant-index" value="0"/>
14     </global>
15     <global scope="event">
16         <string key="concept:name" value="name"/>
17         <string key="lifecycle:transition" value="transition"/>
18         <string key="org:resource" value="resource"/>
19         <date key="time:timestamp" value="2020-05-27T02:09:27.833+09:00"/>
20         <string key="event:concept:name" value="string"/>
21         <string key="Treatment_code" value="string"/>
22         <string key="Diagnosis" value="string"/>
23         <string key="Diagnosis_code" value="string"/>
24         <string key="org:group" value="string"/>
25     </global>
26     <classifier name="Activity" keys="event:concept:name"/>
27     <classifier name="Resource" keys="org:group"/>
28     <string key="lifecycle:model" value="standard"/>
29     <string key="creator" value="Fluxicon Disco"/>
30     <string key="library" value="Fluxicon Octane"/>
31     <trace>
32         <string key="concept:name" value="0"/>
33         <string key="variant" value="Variant 39"/>
34         <int key="variant-index" value="39"/>
35         <string key="creator" value="Fluxicon Disco"/>
36
37     <event>
38         <string key="concept:name" value="1st consultation outpatient"/>
39         <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
40         <string key="org:resource" value="Radiotherapy"/>
41         <date key="time:timestamp" value="2005-01-03T00:00:00.000+09:00"/>
42         <string key="event:concept:name" value="1st consultation outpatient"/>
43         <string key="Treatment_code" value="{103, 13, 23}"/>
44         <string key="Diagnosis" value="{maligniteitcervix, Gynaecologischetumoren}"/>
45         <string key="Diagnosis_code" value="{M13, 106}"/>
46         <string key="org:group" value="Radiotherapy"/>
47     </event>
48     <event>
49         <string key="concept:name" value="administrative rate - first pol"/>
50         <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
51         <string key="org:resource" value="Radiotherapy"/>
52         <date key="time:timestamp" value="2005-01-03T00:00:00.000+09:00"/>
53         <string key="event:concept:name" value="administrative rate - first pol"/>
54         <string key="Treatment_code" value="{103, 13, 23}"/>
55         <string key="Diagnosis" value="{maligniteitcervix, Gynaecologischetumoren}"/>
56         <string key="Diagnosis_code" value="{M13, 106}"/>
57         <string key="org:group" value="Radiotherapy"/>
58     </event>
59     <event>
60         <string key="concept:name" value="verlosk.-gynaec. Short card fees out"/>
61         <string key="lifecycle:transition" value="complete"/>
62         <string key="org:resource" value="Nursing ward"/>
63         <date key="time:timestamp" value="2005-01-05T00:00:00.000+09:00"/>
64         <string key="event:concept:name" value="verlosk.-gynaec. Short card fees out"/>
65         <string key="Treatment_code" value="{103, 13, 23}"/>
66         <string key="Diagnosis" value="{maligniteitcervix, Gynaecologischetumoren}"/>
67         <string key="Diagnosis_code" value="{M13, 106}"/>
68         <string key="org:group" value="Nursing ward"/>
69     </event>
70 
```

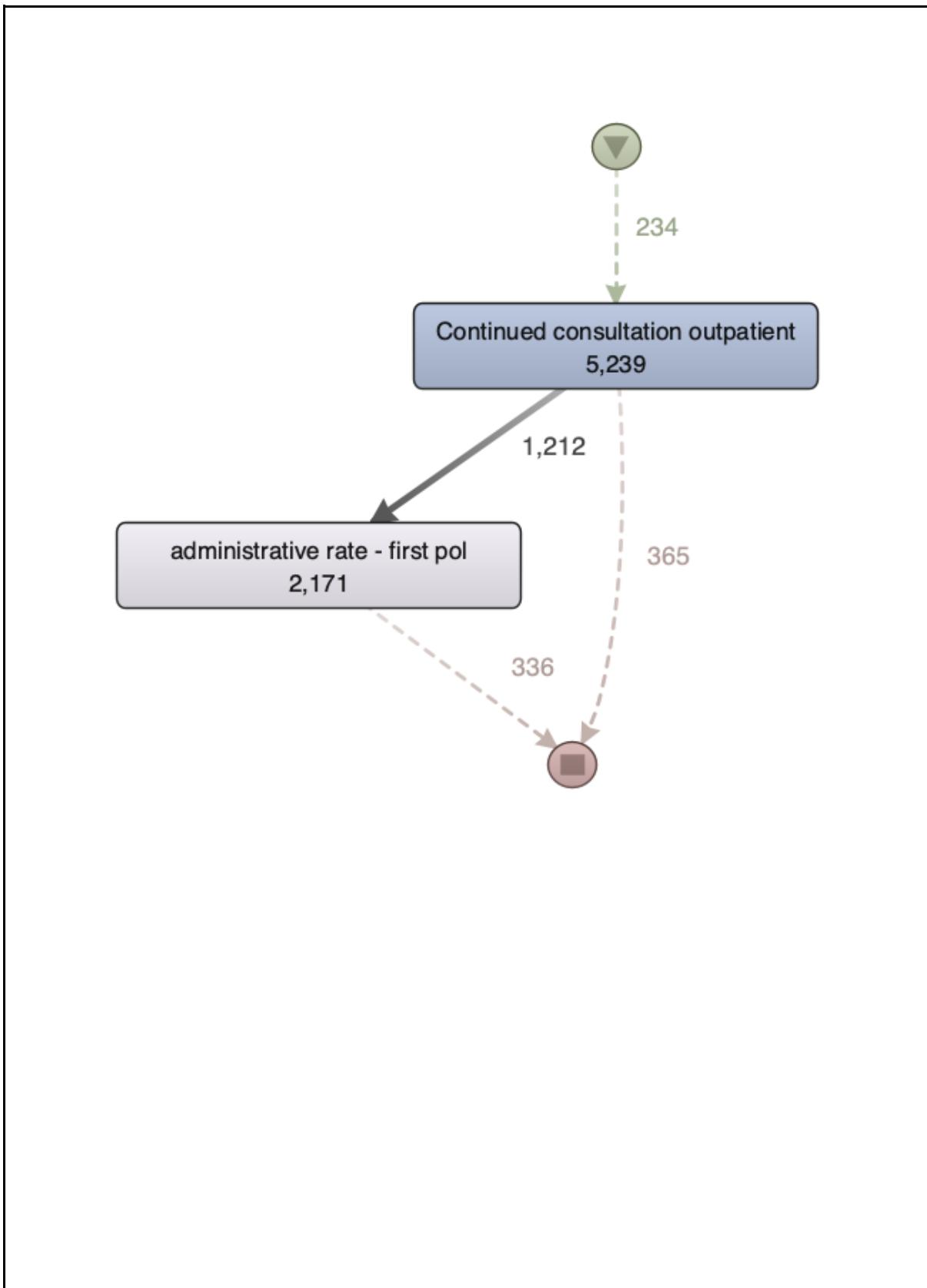
### 3. Process Map

#### 3.1. Process Map with Frequency

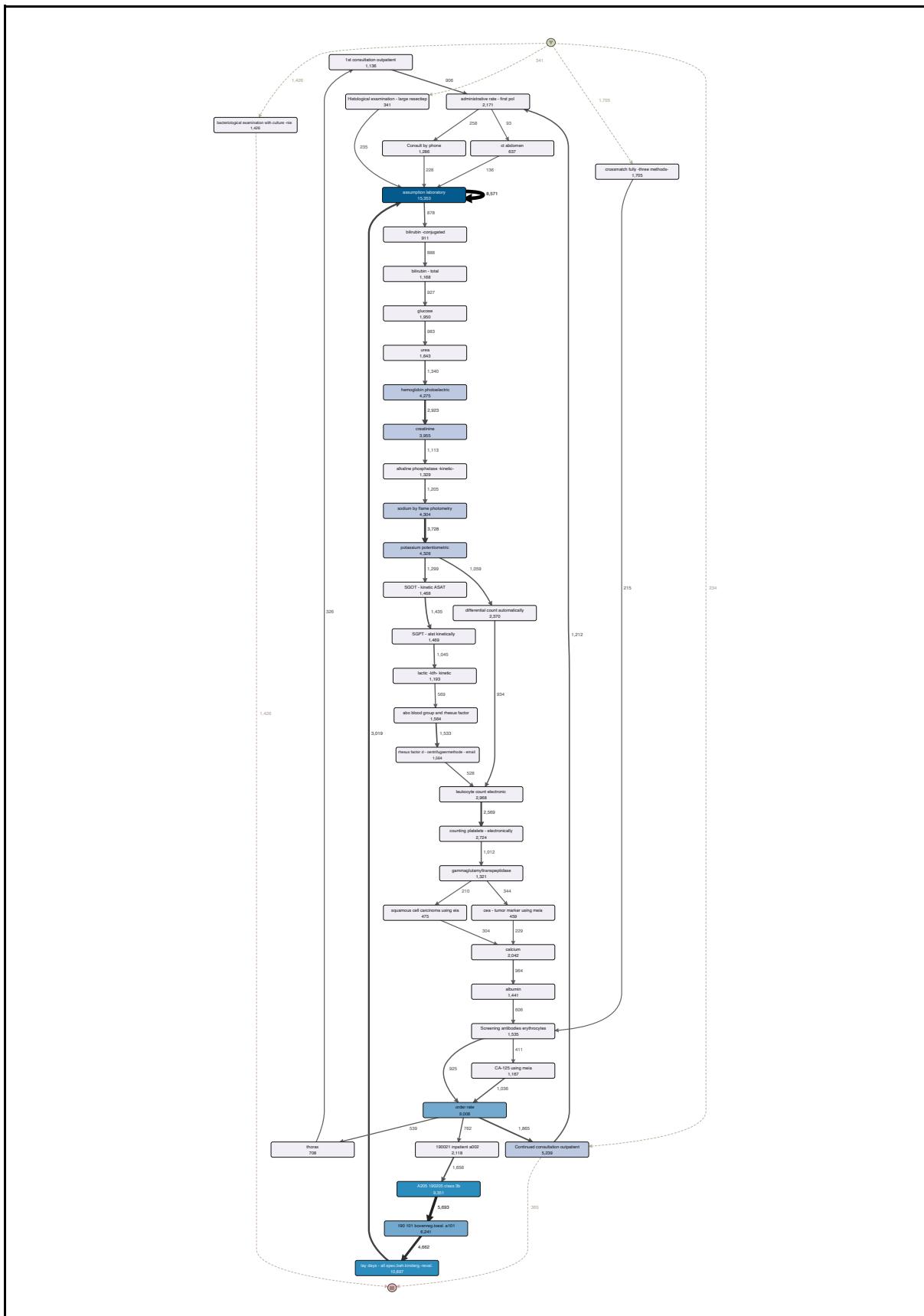
1) Filter : Activities = 100%, Paths = 100%

사이즈가 너무 큰 관계로 Appendix1로 별첨

2) Filter : Activities = 0%, Paths = 0%



3) Filter : Activities = 6%, Paths = 0% (자신이 생각하는 가장 적절한 수준의 Process Map)

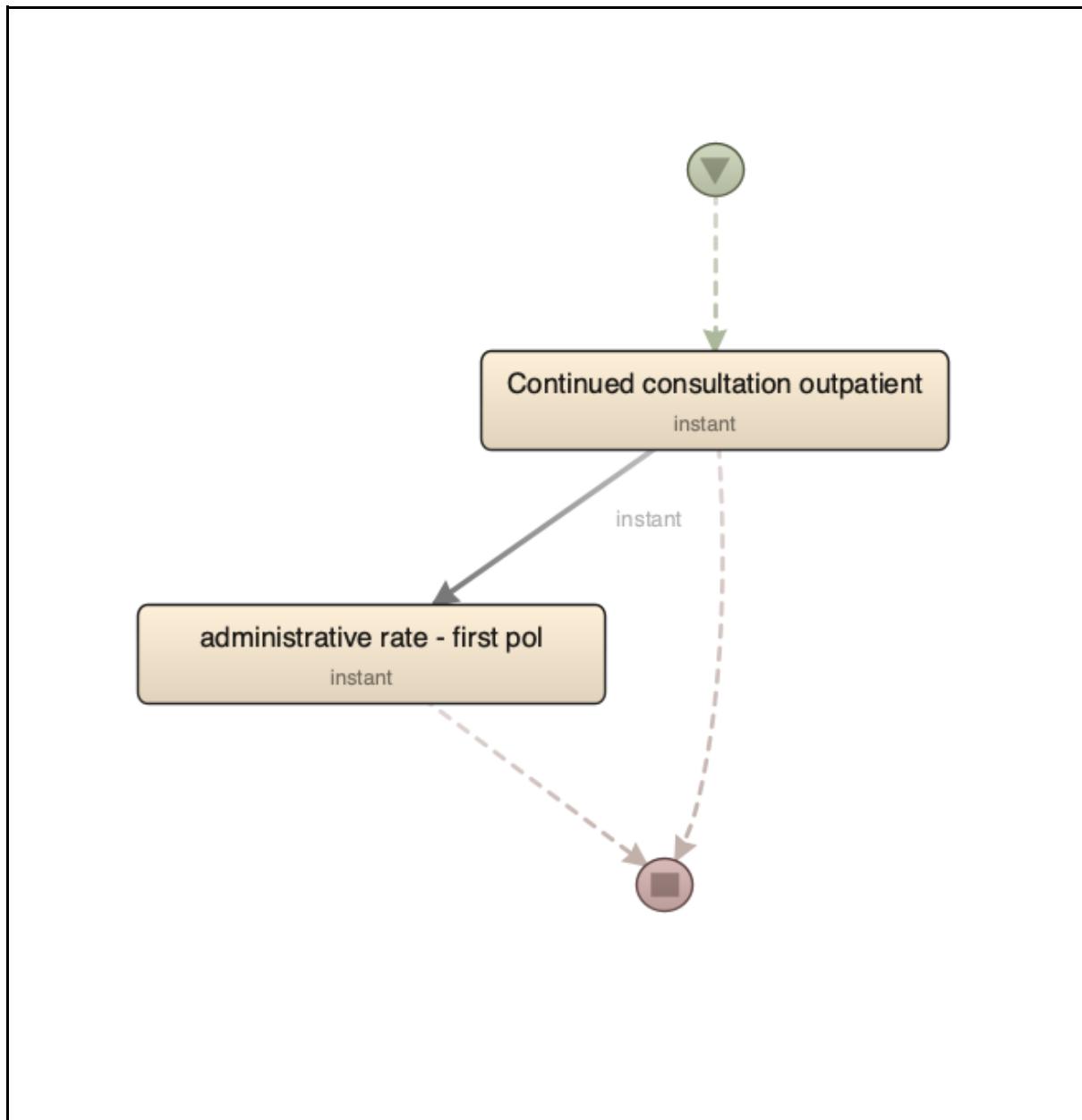


### 3.2. Process Map with Performance [Median Duration 사용]

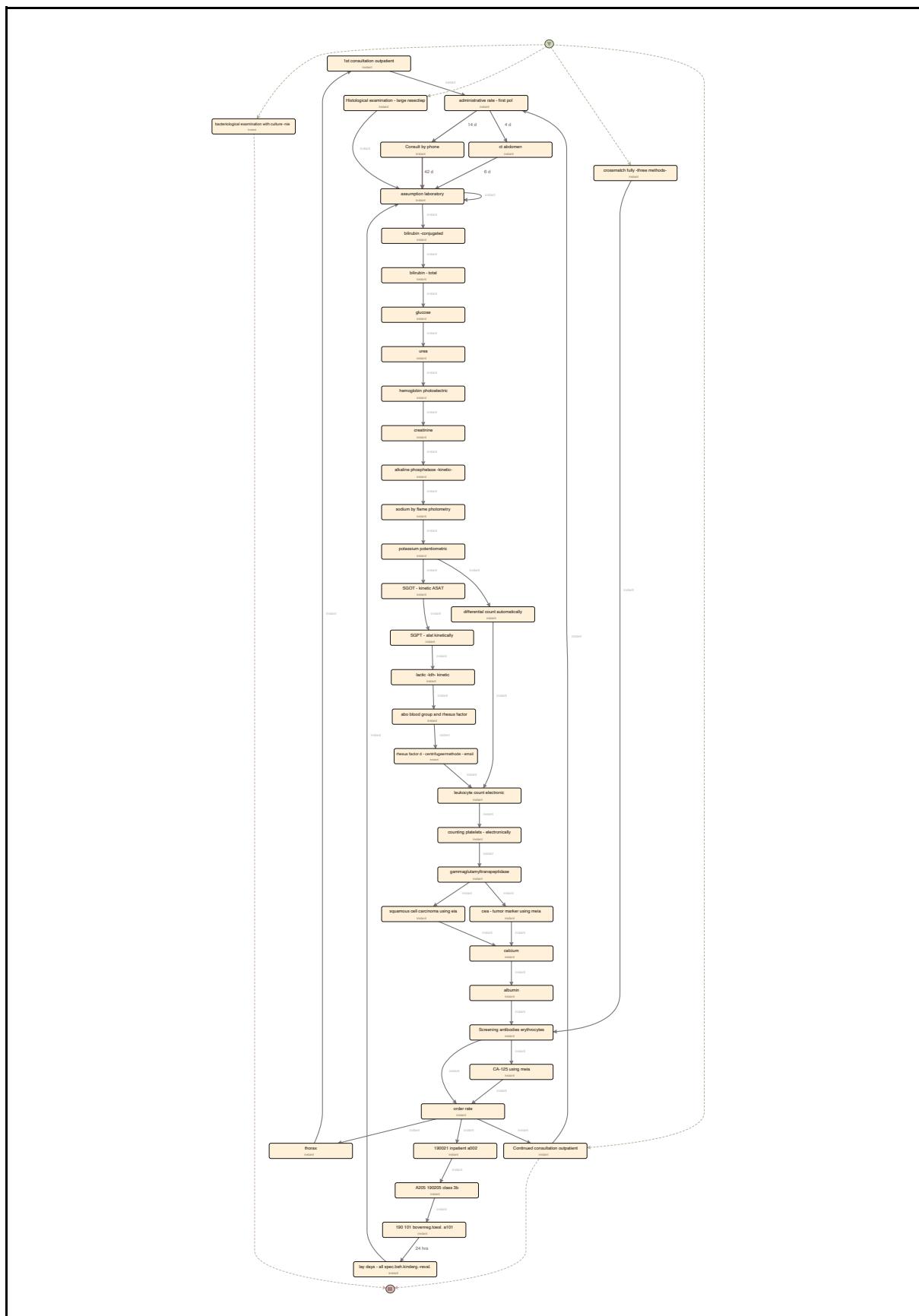
1) Filter : Activities = 100%, Paths = 40%

사이즈가 너무 큰 관계로 Appendix2로 별첨

2) Filter : Activities = 0%, Paths = 0%



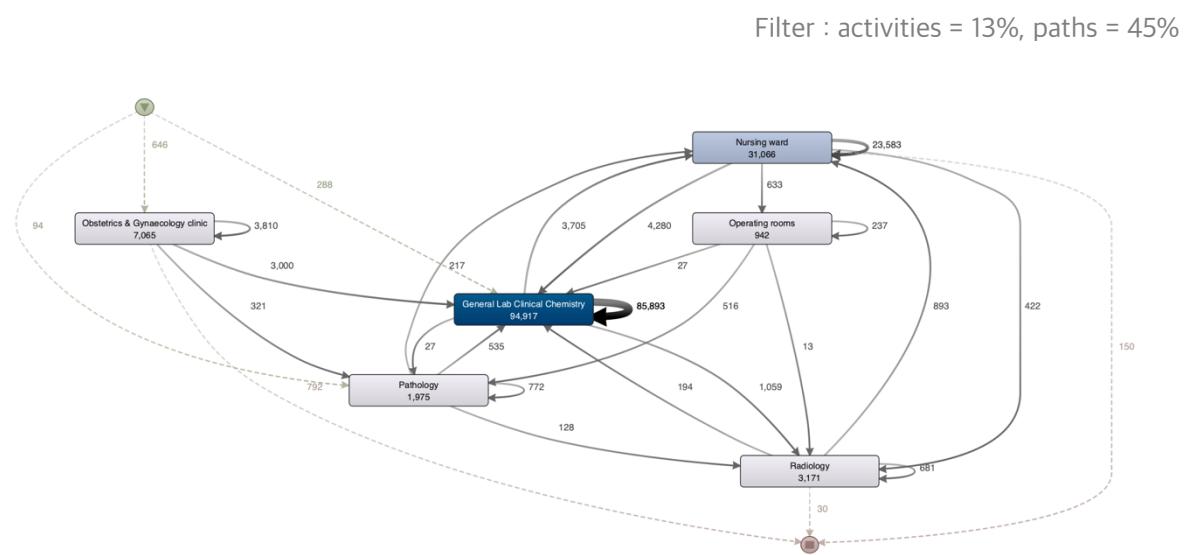
3) Filter : Activities = 6%, Paths = 0% (자신이 생각하는 가장 적절한 수준의 Process Map)



## 4. Control-flow models

### 4.1. Rough process analysis - organisation based

배포된 데이터 파일은 default로 event가 activity로 설정되어 있다. 하지만, event의 종류가 많고, 질병에 따라 다른 event를 갖기 때문에 전체적인 관점의 process 분석은 어려운 편이다. 따라서, 직관적인 병원 process 분석을 위해 event를 org (진료과)로 설정했다. 이를 통해 환자들이 어떻게 이동하며 진찰 및 치료를 받는지 전체적인 process를 파악하려 한다. 도출된 process model은 아래와 같다.



반 이상의 경우에 환자들은 처음으로 Obstetrics & Gynaecology clinic (산부인과)에 방문하는 것을 알 수 있다. 이후 산부인과에서 후속 event가 생기거나, 또는 General Lab Clinical Chemistry (진단검사의학과)에서 생기는 경우가 많았다. 산부인과에서 연속적으로 event가 발생하는 이유는 산부인과에서 직접 면담 또는 전화상으로 consulting (진료)를 수행하기 때문이다. 산부인과에서 진료를 본 후, 다른 날 다시 산부인과에서 꾸준히 진료를 받는 환자가 많아 연속적인 process가 발생하는 것으로 나타났다.

진단검사의학과에서도 역시 연속적으로 반복적인 event가 많이 발생하는 것으로 나타났는데, 구체적으로 activity를 살펴보니 lab에서 차례로 검사를 수행하기 때문이었다. 예로, 빌리루빈 검사, 포도당 검사, 소변 검사가 차례로 수행되는 것으로 나타났다. 다른 부서에서 event가 종료된 후 진단검사의학과로 이어지는 경우도 많았는데, 이는 다른 부서에서 검사 정보를 보내고, 해당 부서에서 검사의 결과를 내기 때문이다.

Nursing Ward (간호 병동)에서는 환자들에 대한 일반적인 간호 및 치료 업무를 진행하기 때문에 다양한 부서의 앞뒤로 있는 것을 알 수 있다.

Radiology (영상의학과), Pathology (병리과)에서도 중간 process로 많은 activity가 수행되는 것을 알 수 있었는데, 이는 MRI나 내시경 같은 주요 examination (검사)가 해당 부서에서 이루어지기 때문일 것이다. 연속적인 event가 발생하는 이유는 해당 부서에서 검사가 여러 개 진행되는 경우도 있기 때문이다.

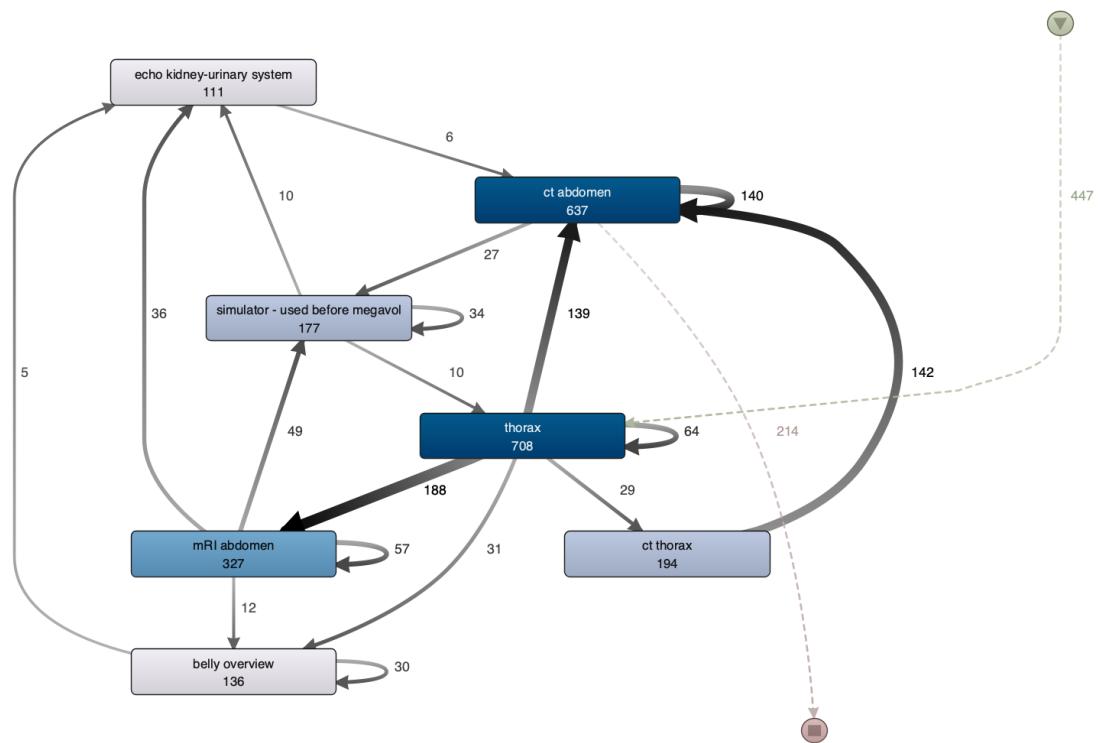
Process 종료가 산부인과에서 주로 이루어지는 이유도 앞에서 설명한 이유와 같다. 진료를 산부인과에서 보기 때문에, 환자들은 주로 최종적으로 산부인과에서 process를 마친다.

## 4.2. Detailed process analysis - organisation based

앞에서 전체적인 process를 살펴보았다면, 이제 진료과별로 어떤 process가 진행되는지 구체적으로 분석해보겠다. 진료과는 1) Radiology (영상의학과), 2) Radiotherapy (방사선치료과), 3) Pathology (병리과), 4) Obstetrics & Gynaecology clinic (산부인과), 5) General Lab Clinical Chemistry (진단검사의학과)를 선정했다.

### 4.2.1. Radiology (영상의학과)

Filter : Activities = 5%, Paths = 2.5%

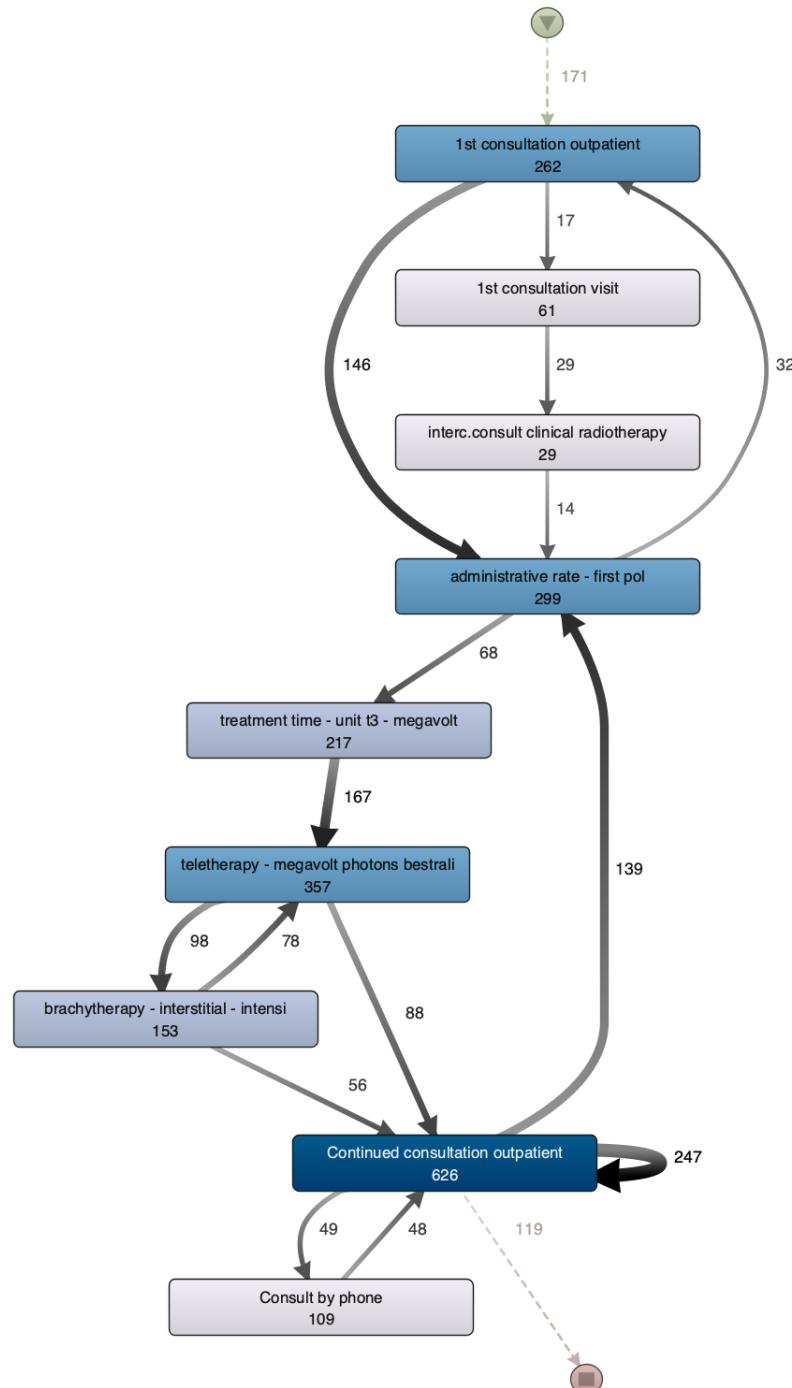


영상의학과에서 치료를 받는 activity를 포함한 case는 총 714개로, 전체 환자의 62.5%가 영상의학과를 거친다고 할 수 있다. 714개 case 중 447개의 첫 event가 'thorax' 였는데, 이는 대부분의 환자의 대부분이 흉부 관련해 영상의학과를 찾게 되었음을 짐작할 수 있다. 이후 이어지는 process는 주로

'ct abdomen' 또는 'MRI abdomen'이었는데 상황에 따라 복부 CT나 MRI를 수행하는 것으로 볼 수 있다. 또는 'ct thorax' 흉부 CT 후에 복부 CT로 넘어가는 경우도 많았다. 그리고 복부 MRI를 수행한 후 'echo kidney-urinary system', 신장 방광 초음파가 수행되는 경우도 있었다.

#### 4.2.2. Radiotherapy (방사선치료과)

Filter : Activities = 50%, Paths = 5%

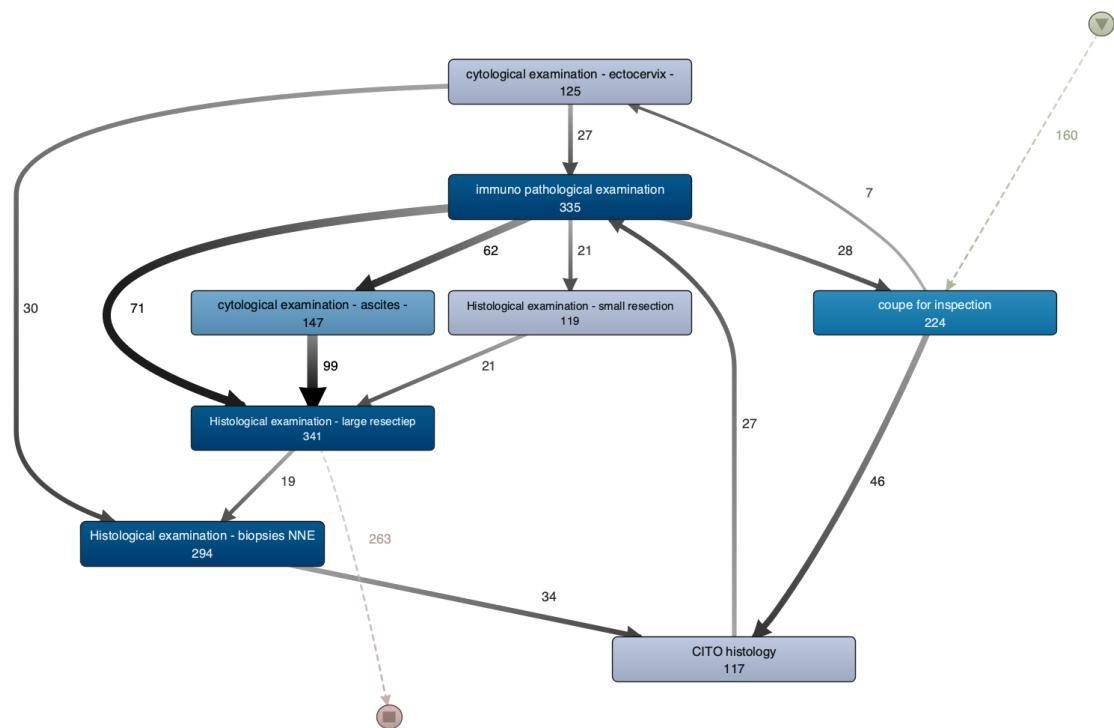


방사선치료과에서 치료를 받는 activity를 포함한 case는 총 329개로, 전체 환자의 약 28%가 방사선치료과를 거친다고 할 수 있다. 방사선치료과에 초진인 경우가 많았으며, 방문 상담 후 바로 또는 consulting을 거쳐 ‘administrative rate - first pol’으로 process가 이어졌다.

그 이후에는 주로 {treatment time - unit t3 - megavolt → teletherapy - megavolt photons bestrahl → brachytherapy - interstitial - intensi} 의 순서로 process가 이어졌다. 이 외부 방사선 치료 → 내부 방사선 치료 process가 끝난 후에는 재차 외부 방사선 치료가 이루어진 후 상담/진료로 가거나 또는 바로 상담/진료로 갔다.

#### 4.2.3. Pathology (병리과)

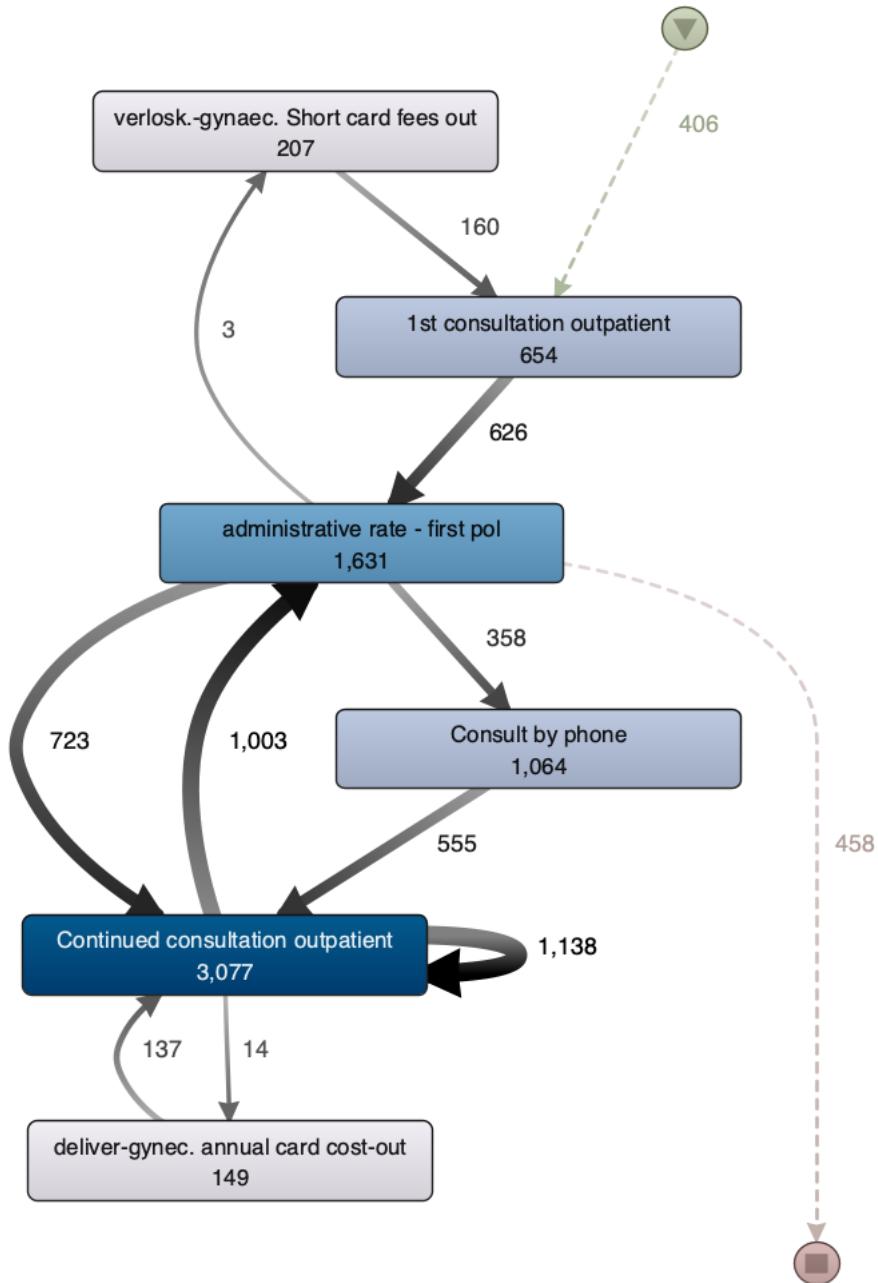
Filter : Activities = 28%, Paths = 1%



병리과에서 치료를 받는 activity를 포함한 case는 총 663개로, 전체 환자의 약 55%가 병리과를 거친다고 할 수 있다. 병리과에서 수행되는 process 중 {immune pathological examination → histological examination}으로 이어지는 면역 검사 → 조직 검사 process가 가장 눈에 띄었는데, 중간에 ‘cytological examination - ascites’, 복수 세포검사가 이루어지는 경우도 있었고, 면역 검사 전에 ‘cytological examination - ectocervix’, 자궁목 세포검사가 이루어지는 경우도 있었다. 그리고 조직 검사는 바로 큰 절제를 통해 수행되기도 했지만, 때에 따라 작은 절제 조직 검사가 앞서 수행되는 경우도 있었다.

#### 4.2.4. Obstetrics & Gynaecology clinic (산부인과)

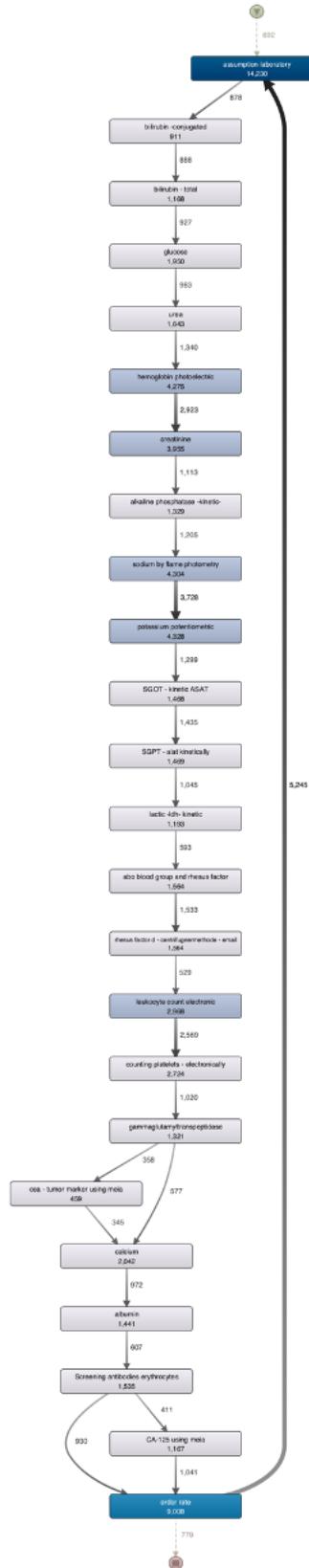
Filter : Activities = 30%, Paths = 5%



병리과에서 치료를 받는 activity를 포함한 case는 총 1117개로, 약 97%이다. 산부인과 환자에 대한 데이터인만큼 대부분의 환자가 산부인과를 거친다고 할 수 있다. 주로 consultation, 상담/진료 위주로 진행하는 것을 알 수 있다. 환자들은 꾸준히, 또는 연속해서 산부인과에 방문했다. 전화 진료 또는 대면 진료가 상황에 따라 process로 선택된다.

#### 4.2.5. General Lab Clinical Chemistry (진단검사의학과)

Filter : Activities = 0%, Paths = 0%



한국에서는 진단검사의학과에서 임상 화학 검사를 진행하기 때문에 해당 조직을 진단검사의학과로 분류한다. 진단검사의학과에서 수행된 activity를 포함한 case는 총 804개로, 약 70%이다. 대부분의 환자가 검사를 진행하고, 검사 결과를 얻기 위해 진단검사의학과에서 activity를 수행한다고 볼 수 있다.

이 과는 다른 부서에서 검사 정보를 넘겨 받아 검사를 진행하기 때문에, diagnosis 종류에 따라 수행하는 검사 종류가 다르다. 따라서, 지금 과 수준에서 어떤 process를 찾기 보다는, 질병 종류에 따라 이 과에서 어떤 process로 검사를 수행하는지 후반부에서 구체적으로 살펴보겠다.

#### 4.3. Rough process analysis - diagnosis code based

전처리 과정에서 복수의 진단코드가 있는 경우에는 진단코드들을 집합화했다. M계열 진단코드는 같이 등장하는 경우는 없었다. M계열 진단코드와 106, 821, 822, 823, 839와 같은 부수적인 진단코드가 함께 등장하는 경우가 있었는데, 이 경우에는 아래 따로 카운트했다. 하지만, 분석할 때는 M계열 진단코드로 병합해 처리했다. 아래는 가장 많이 등장한 상위 4개의 진단코드이며, 진단코드에 따른 주요 질병 종류는 다음과 같다.

이 중 M13, M16, M11 진단 코드에 대해 process 분석을 진행했다. 우선, event를 org (진료과)로 두고 전체적인 진료과 관점에서 분석했다.

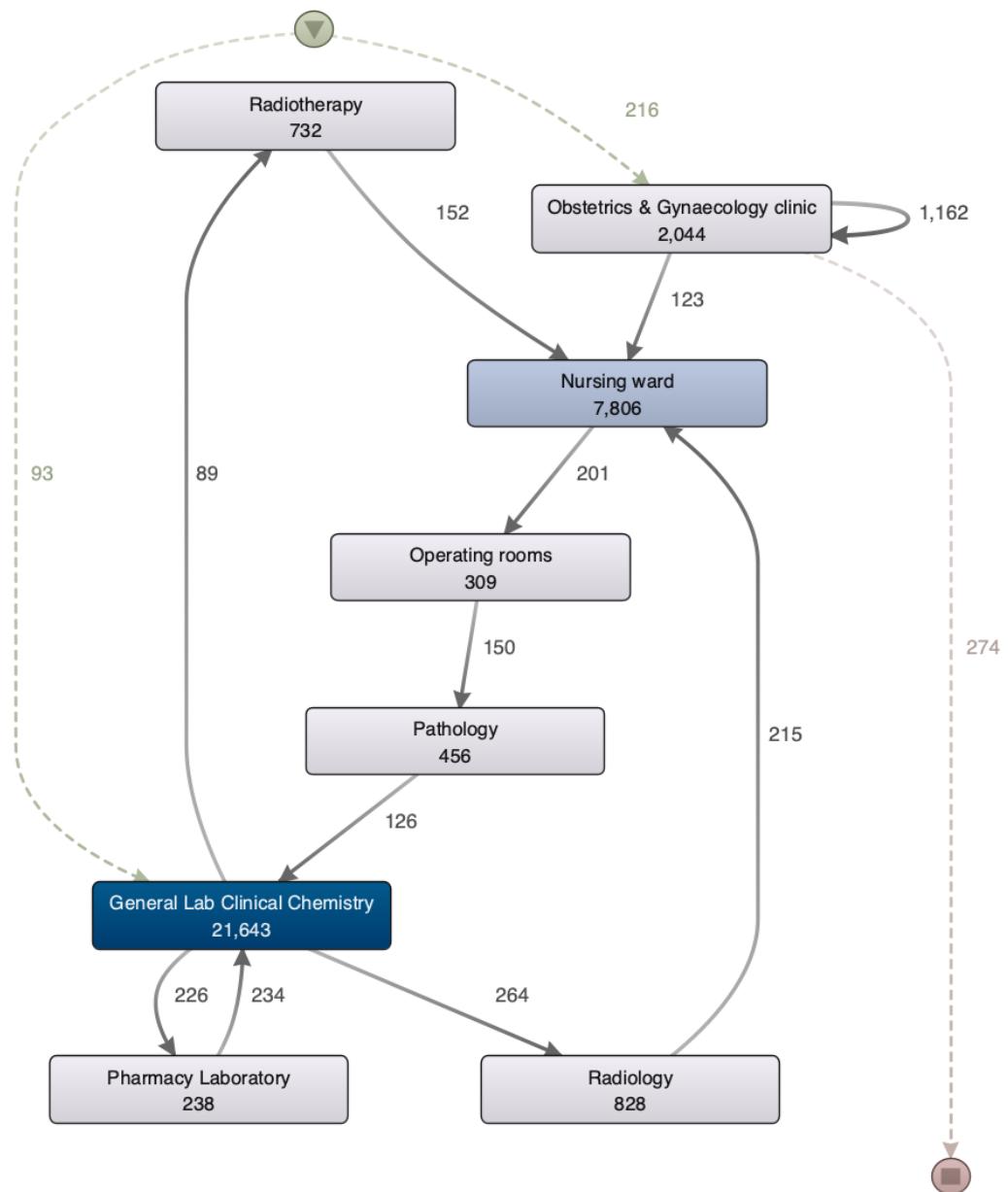
Diagnosis code	Case Frequency	Diagnosis (Dutch)	Diagnosis (Korean)
M13 (자궁 경부)	{M13}: 252	maligniteit cervix	악성 자궁경부암
	{M13 + α}: 116	cervix (with different stages)	자궁경부암
	Total: 368	plaveiselcelcarcinoom	자궁 평평세포암
M16 (난소)	{M16}: 201	maligniteit ovarium	악성 난소암
	{M16 + α}: 34	sereusadenoca:ovarium (with different stages)	장액성 선암종
	Total: 235		
M11 (외음부)	{M11}: 162	maligniteit vulva	악성 외음부암
	{M11 + α}: 14	plaveiselcelcarcinoom (with different stages)	외음부 평평세포암
	Total: 176		
M14 (자궁 몸통)	{M14}: 106	maligniteit endometrium	악성 자궁내막암
	{M14 + α}: 39	adenocarcinoom corpusuteri (with different stages)	자궁내막 선암종
	Total: 145		

Cf) 위 진단코드들과 함께 자주 등장한 'maligneneoplasma cervix uteri'는 '악성 신생물 자궁경부암'을 뜻하고 진단 코드 822이다. 그리고, 'gynaecologischetumoren'은 '부인과 종양'을 뜻하며 진단 코드 106이다.

#### 4.3.1 Process map - M13

Filter : Activities = 22%, Paths = 0%

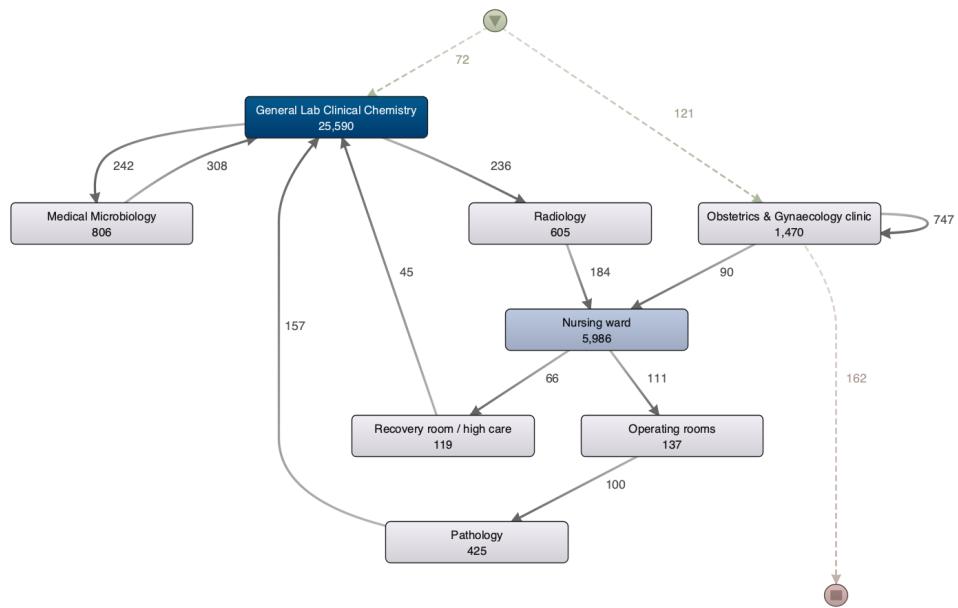
- 전체 Case의 32%



#### 4.3.2 Process map - M16

Filter : Activities = 30%, Paths = 0%

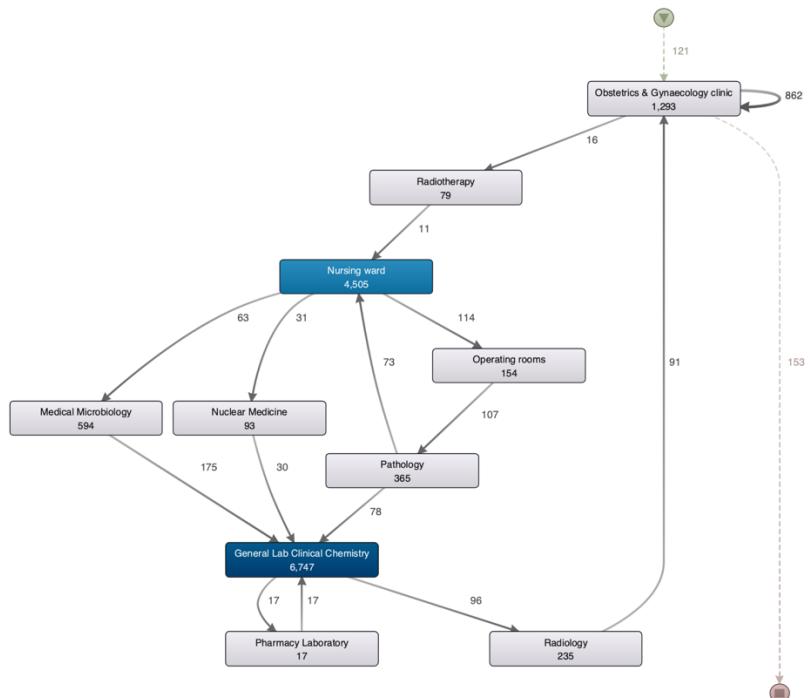
- 전체 Case의 20%



#### 4.3.3 Process map - M11

Filter : Activities = 32%, Paths = 0%

- 전체 Case의 15%



#### 4.3.4 Process analysis

각 진단 코드에 해당하는 log에서 공통적으로 발견된 process는 {Obstetrics & Gynaecology clinic → Nursing ward → Operating Rooms → Pathology → General Lab Clinical Chemistry}로 이어지는 process가 있다. 산부인과에서 진단을 받고, 간호 병동에 입원하고, 수술을 진행하고, 병리과에서 검사를 받고, 결과가 Lab으로 보내져 검사를 진행하는 공통적인 process를 예측해볼 수 있었다.

그리고 또 공통적으로 {General Lab Clinical Chemistry → Radiology → Nursing ward or Obstetrics & Gynaecology clinic}으로 이어지는 process도 발견되었다. Lab에서 검사 결과가 나오고, 영상의학과에서 다시 검사를 받고, 산부인과 또는 간호병동에서 후속 activity가 이루어지는 process가 있음을 알 수 있었다.

진단 코드에 따라 발견된 special process는 다음과 같다. M13에서는 {General Lab Clinical Chemistry → Pharmacy laboratory → General Lab Clinical Chemistry} process를 볼 수 있었는데, 자궁 경부 관련 질병에 대한 검사는 Pharmacy laboratory를 거쳐 수행되는 경우가 많다는 것을 알 수 있다.

그리고 M16에서는 {General Lab Clinical Chemistry → Medical Microbiology → General Lab Clinical Chemistry} process를 볼 수 있었는데, 난소 관련 질병에 대한 검사는 Medical Microbiology를 거쳐 수행되는 경우가 많다는 것을 예측할 수 있다.

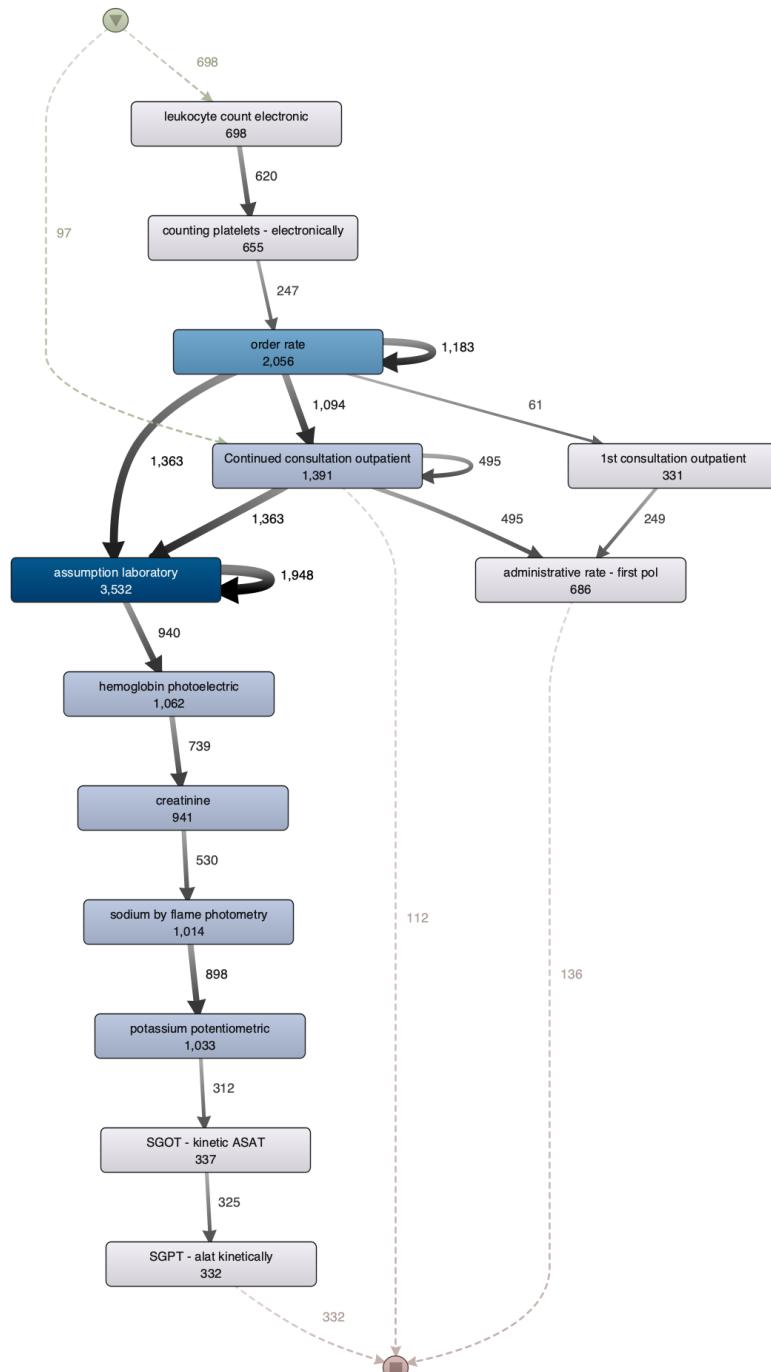
마지막으로 M11에서는 Medical Microbiology or Nuclear Medicine → Lab 으로 이어지는 process가 발견되었는데, 외음부 관련 질병에 대해서는 해당 부서를 거쳐 검사로 넘어가는 process가 있음을 알 수 있었다.

## 4.4. Detailed process analysis - diagnosis code based

### 4.4.1 Process map - M13

Filter : Activities = 3%, Paths = 2%

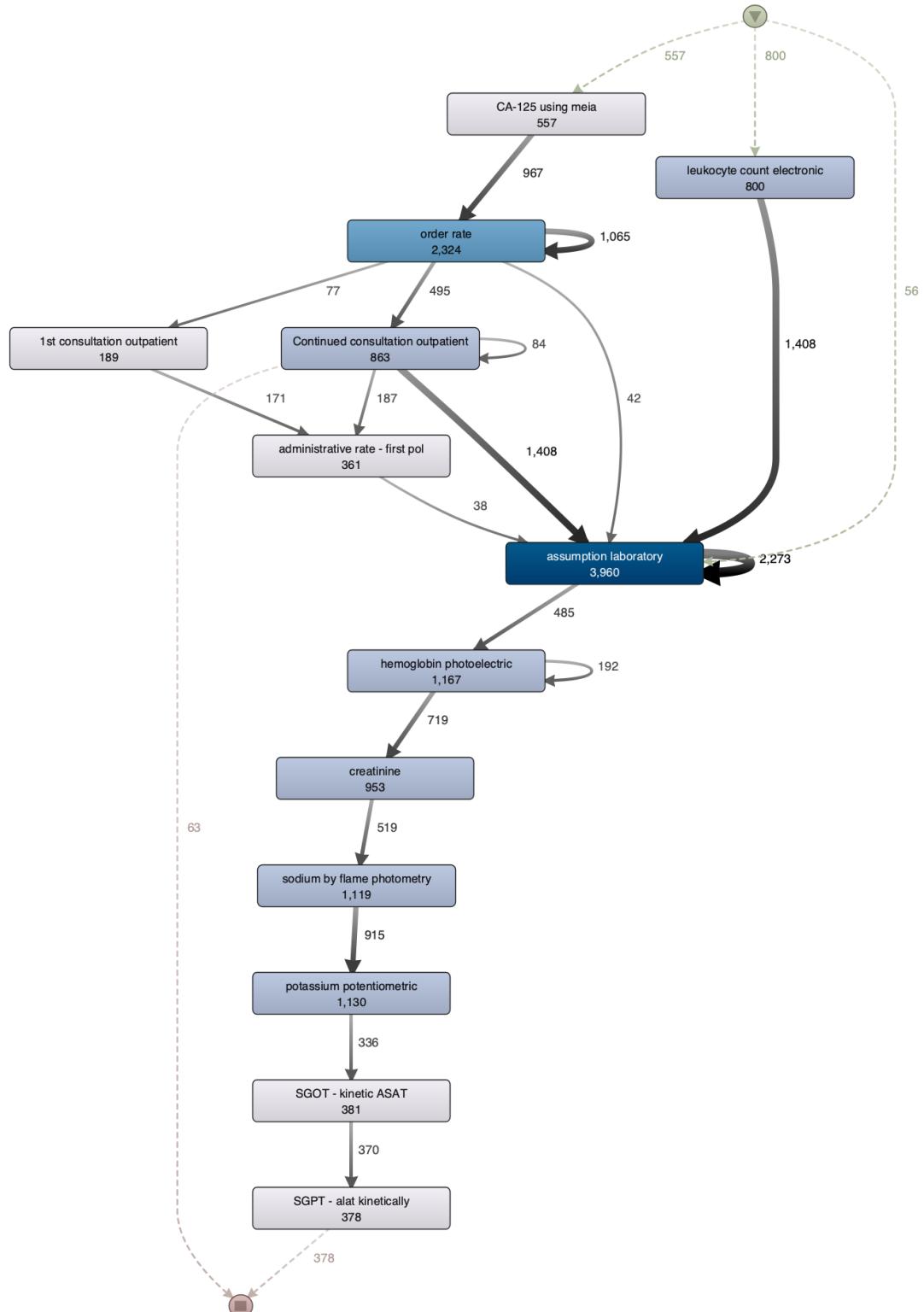
- 전체 Case의 32%



#### 4.4.2 Process map - M16

Filter : Activities = 3%, Paths = 2%

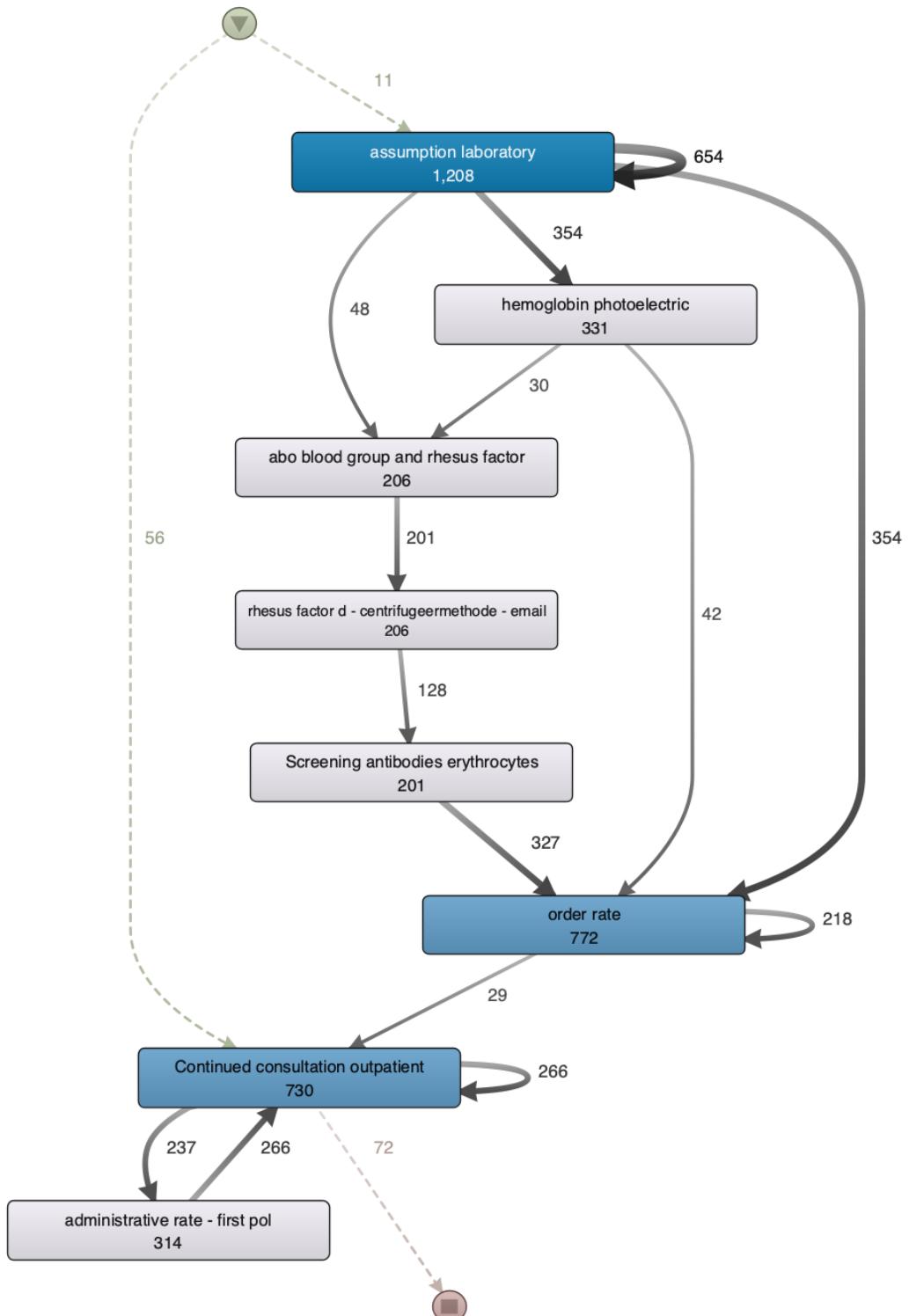
- 전체 Case의 20%



#### 4.4.3 Process map - M11

Filter : Activities = 3%, Paths = 4%

- 전체 Case의 15%



#### 4.4.4 Process analysis

진료과가 아니라 activity를 event로 설정하니, 질병 코드별로 다른 process를 자세히 살펴볼 수 있었다. 같은 진료과에서 수행해도, 질병별로 다른 activity를 수행하는 경우가 있었다.

먼저, M13을 살펴보면, {leukocyte count electronic → counting platelets - electronically → order rate}로 이어지는 process가 발견되었다. 이로서 자궁 경부 질병에 대해서는 대부분의 케이스에 대해 백혈구 수치 검사, 혈소판 수치 검사가 이루어지는 것을 알 수 있다. 그리고 ‘assumption laboratory’ event 이후에 나오는 event는 Lab에서 진행하는 검사 과정인데, {hemoglobin photoelectric → creatinine → sodium by flame photometry → potassium potentiometric → SGOT → SGPT}와 같은 순서로 검사 process가 진행되었다. 헤모글로빈, 크레아티닌, 혈중 나트륨, 혈중 칼륨에 대한 수치를 검사하고, 간 기능 수치를 검사하는 순서로 진행된다.

M16의 경우에는 M13과 같이 가장 첫 event로 ‘leukocyte count electronic’, 즉 백혈구 수치 검사가 이루어지는 경우가 가장 많았지만, 이후에 혈소판 수치 검사로 이루어지지 않고 바로 lab으로 넘어가 이후 검사가 진행되었다. 그리고, 꽤 많은 케이스에 대해 ‘CA-125 using meia’가 처음으로 수행되었는데 CA-125는 난소암의 종양표시자로, 이 진단 코드가 난소 관련이기 때문에 다른 코드와는 달리 해당 activity가 수행된다고 볼 수 있다. Lab에서 진행하는 검사 과정은 위에서 기술한 M13의 검사 과정과 같았다.

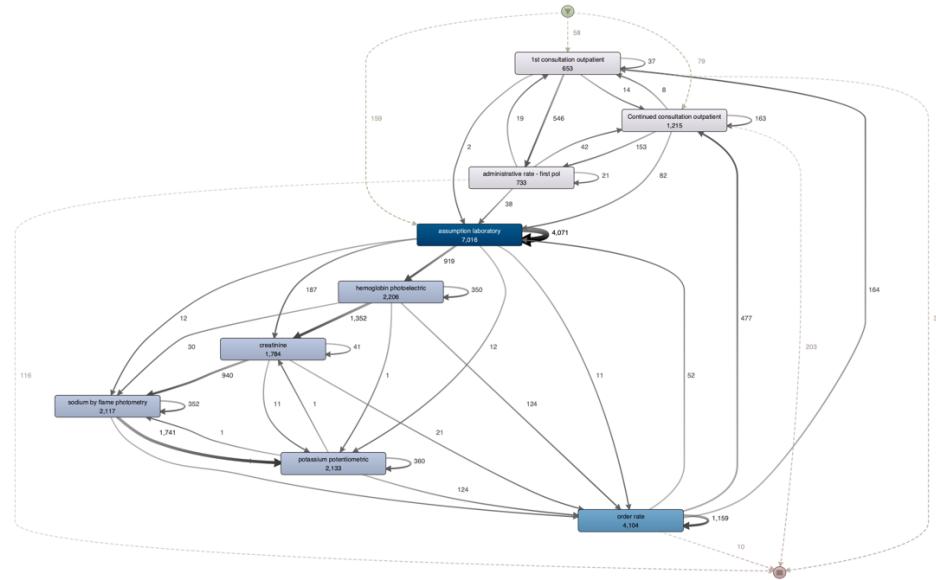
M11의 경우에는 Lab에서 진행하는 검사 과정이 special했는데, {hemoglobin photoelectric → abo blood group and rhesus factor → rhesus factor d → screening antibodies erythrocytes}로 process가 이어졌다. 외음부 관련 질병에 대해서는 헤모글로빈 검사 후 ABO/Rh/RhD를 판별하는 혈액형 검사가 이루어지고, 적혈구 항체 검사가 이루어지는 것으로 추측할 수 있다. 그리고 앞의 M13, M16 진단 코드와 달리 헤모글로빈 검사가 이루어지지 않고 바로 혈액형 검사가 이루어지는 경우도 있었다.

## 4.5. 내원 기간별 분석

### 4.5.1. 단기| Process map (1년 미만)

- 전체 Case의 53%

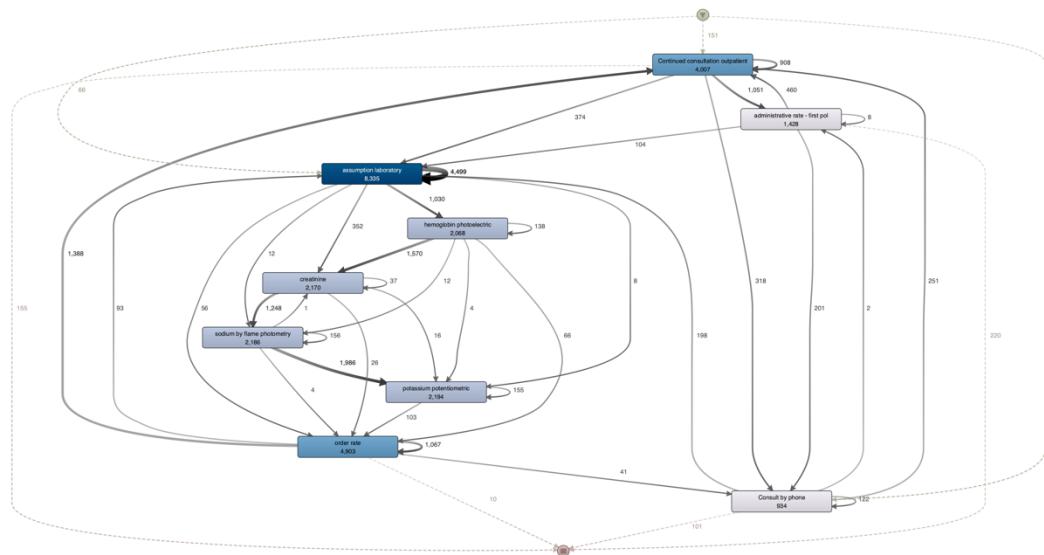
Filter : Activities = 1.5%, Paths = 100%



### 4.5.2. 장기| Process map (1년 이상)

- 전체 Case의 48%

Filter : Activities = 1.5%, Paths = 100%



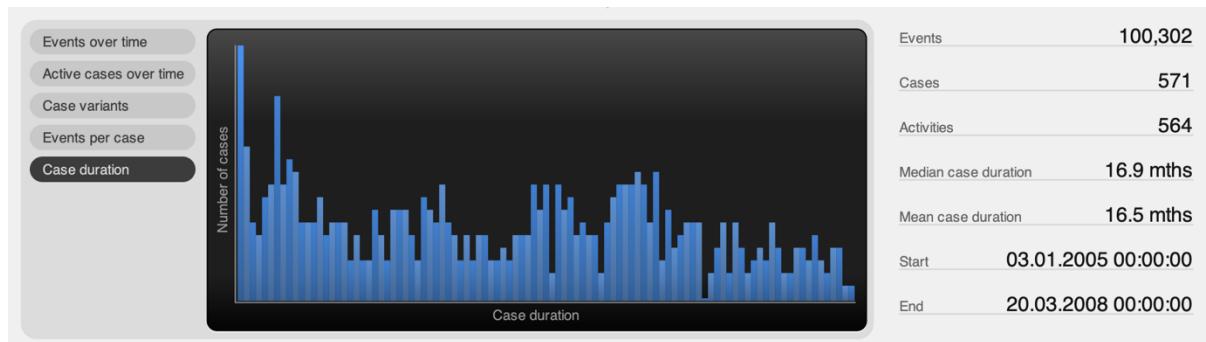
#### 4.5.3. Process analysis

내원 기간별로 process map을 그려보았을 때, 전체적으로 중간 process들은 두 map이 유사했다. 하지만, 다음 두 가지 면에서 차이가 있었다.

첫째, 단기 환자의 경우 첫번째 process로 ‘1st consultation outpatient’를 갖는 case가 58개인 반면, 장기 환자의 경우 12개 case만이 첫번째 process로 해당 activity를 가졌다. 첫번째 process가 아니어도, 해당 activity를 포함하는 case의 비율이 단기 환자들은 75.5%인 반면, 장기 환자들은 43.75%에 그쳤다. 장기 환자들은 첫번째 process로 ‘Continued consultation outpatient’를 가지는 경우가 많았다.

이를 통해 관측 기간 동안 초진이 아니었던 환자들의 내원 기간이 더 길었던 것으로 유추해볼 수 있겠다.

둘째, 장기 환자들의 경우, ‘Consult by phone’ process가 map에 등장했다. 해당 activity 를 포함하는 case의 비율이 단기 환자들은 36%인 반면, 장기 환자들은 64%나 되었다. 따라서, 장기 환자 case의 경우에는 전화 상담/진료가 이루어지는 경우가 많다고 할 수 있다. 그리고 전화 consulting이 다른 event의 후속 event로 이어지는 경우도 많았는데, 장기 환자의 경우에 전화 상담을 활용해 환자와 communication한다고 추측할 수 있다. 연속적으로 전화 consulting이 이루어지는 경우도 많았는데, 이는 지속적으로 전화 상담/진료를 통해 환자의 경과를 확인하는 것이라 볼 수 있겠다.



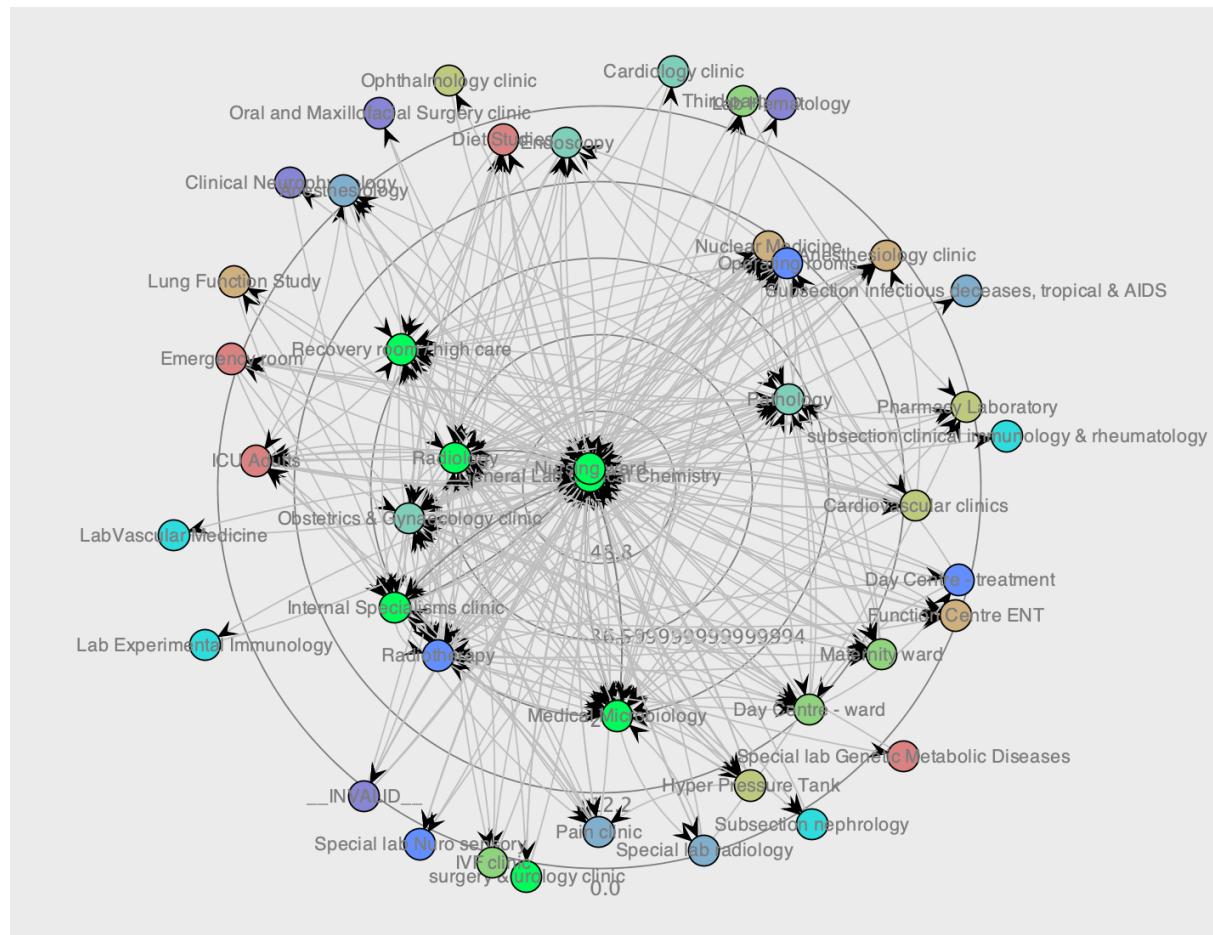
위 그림과 같이 ‘Consult by phone’이 포함된 case의 duration은 평균 16.5 개월로, 환자의 치료 duration이 긴 경우 전화 상담이 이루어지는 경우가 많다고 충분히 유추할 수 있다.

## 5. Social Network Models

4.에서는 Control-flow model을 그려 전체, 부서별, 질병별 work process를 살펴보았다. 관측된 activity 종류가 약 600개로 다양하고, case (환자)마다 다른 activity가 다른 순서로 발생되기 때문에 하나의 정형화된 petri-net을 그리는 것은 의미가 없었다. 실제로 전체, 질병코드별, 진료과별 petri-net을 그렸을 때도 특별한 인사이트를 발견하지 못했다. 같은 맥락으로, 잘못된 process는 없기 때문에 conformance checking 역시 의미가 없는 분석 케이스라고 판단했다.

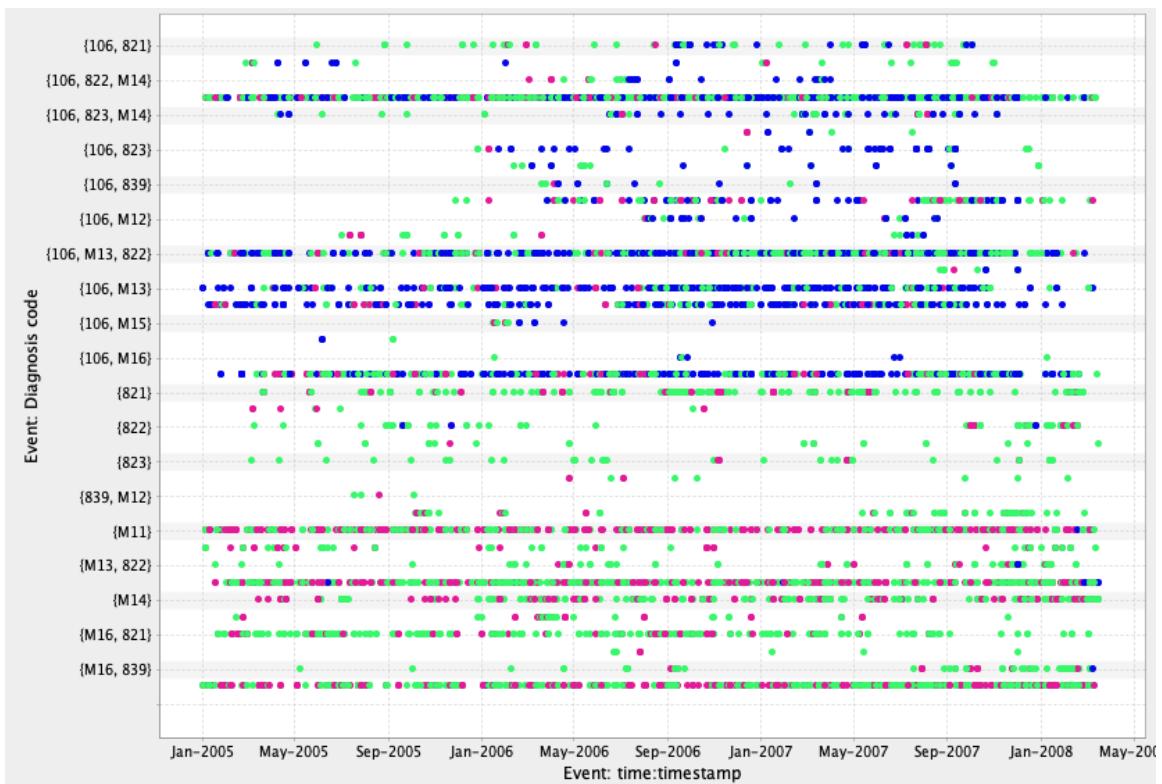
대신 데이터 고급 분석으로 진료과간의 interaction 을 살펴보는 social network analysis를 진행했다. 병원 시스템상 환자는 다양한 진료과를 거쳐가고 진료과간에 업무가 전달되는 일이 잦기 때문이다. 진료과간의 handover가 잦은 경우, 두 부서에 해당 case를 담당하는 담당자를 새로 배치하거나, 인력을 조정할 수 있겠다. 또한 두 부서간에 주로 어떤 질병에 관한 업무가 direct하게 handover되는지 파악되면, 환자의 진단명에 따라 다음 부서에 리소스 요청을 해 환자가 원활하게 병원을 이용할 수 있도록 병원 시스템을 개선할 수 있을 것이다.

### 5.1. Social network based on handover of organisation



ProM을 활용해 전체 event log에 대해 social network를 그려보았다. 빈도를 확인하기 위해 ranking을 반영해 그래프를 그렸다. 다양한 진료과가 존재하고, 다양한 진료과간에 업무가 전달되는 것을 볼 수 있다. 그 중 예상대로 Nursing ward (간호 병동), General Lab Clinical Chemistry (진단검사의학과)에서 다른 부서들과의 handover가 가장 많이 발생했다. 그리고 Radiology (영상의학과), Obstetrics & Gynaecology clinic (산부인과), Pathology (병리과), Radiotherapy (방사선치료과)에서도 많은 handover가 발생했다. 전체 event log를 사용해 social network를 그렸더니 데이터가 너무 많아 특정 진료과간의 handover를 파악하기엔 어려움이 있었다. 보다 자세한 분석을 위해 진단 코드별로 데이터를 1차 분류한 후에, 각 진단 코드 별로 social network를 분석해보고자 한다.

## 5.2. Dotted Chart



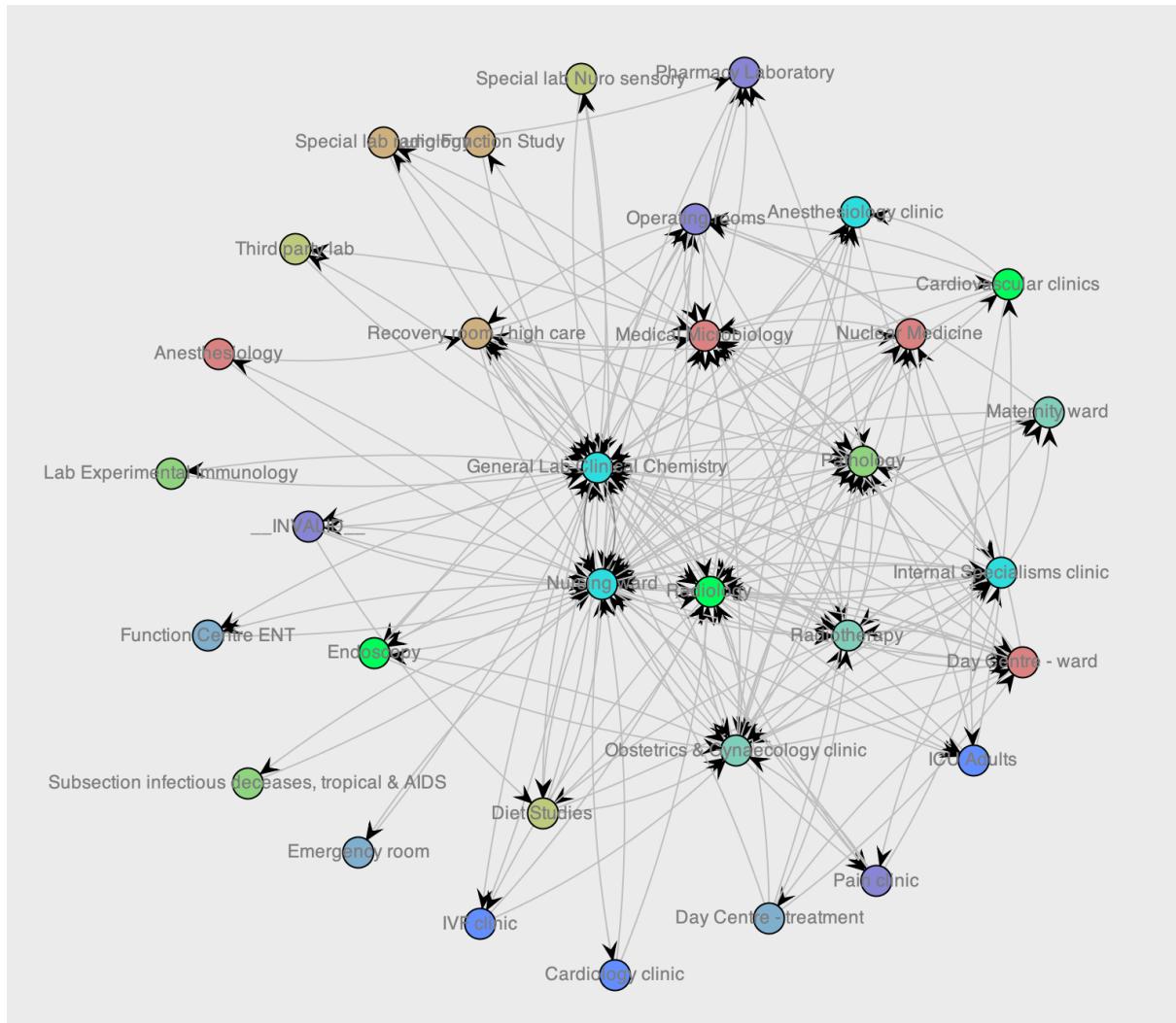
\* 범주는 다음과 같다. ●: Pathology (병리학과) ●: Radiology (영상의학과) ●: Radiotherapy (방사선치료과)

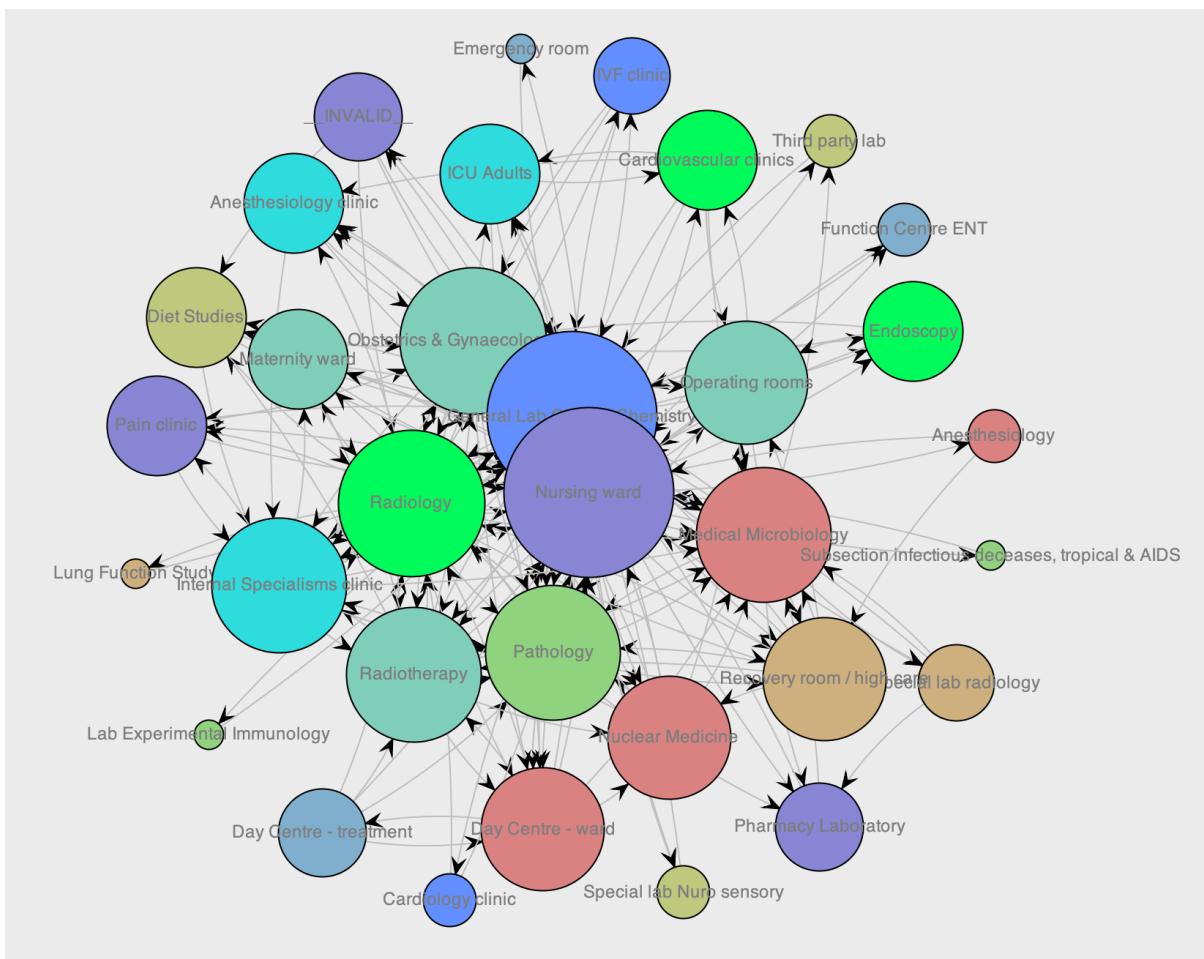
진단 코드별로 social network를 그리기 전에, dotted chart를 통해 진단 코드별로 어떤 순서로 어떤 부서를 거쳐가는지 파악하고자 했다. activity 발생 frequency가 높은 진료과 중 모든 case에서 지속적으로 방문하는 진료과인 간호 병동, 진단검사의학과, 산부인과를 제외하고 병리학과, 영상의학과, 방사선치료과에 대해 dotted chart를 그려보았다. X axis는 timestamp, Y axis는 진단 코드이다.

가장 눈에 띄는 차이는 진단 코드에 106을 포함하는 경우와 포함하지 않는 경우이다. 106을 진단받은 환자는 방사선치료과를 방문하고, 106을 진단 받지 않은 환자는 거의 방문하지 않았다. 영상의학과는 모든 경우에 방문했고, 병리학과 역시 거의 대부분의 경우에 방문했지만 영상의학과와 달리 필수적이지는 않았다.

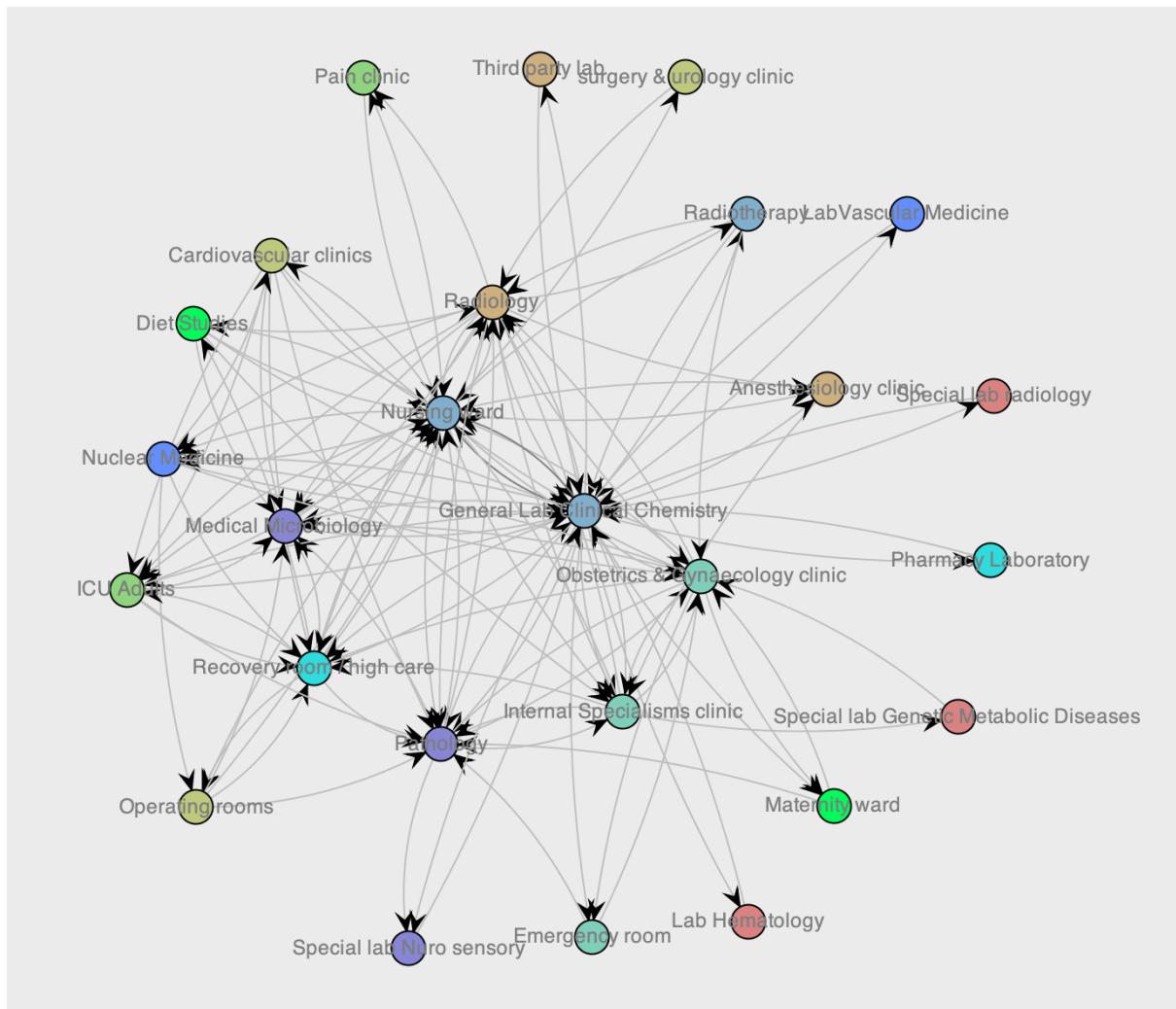
### 5.3. Social network based on handover of organisation - diagnosis code based

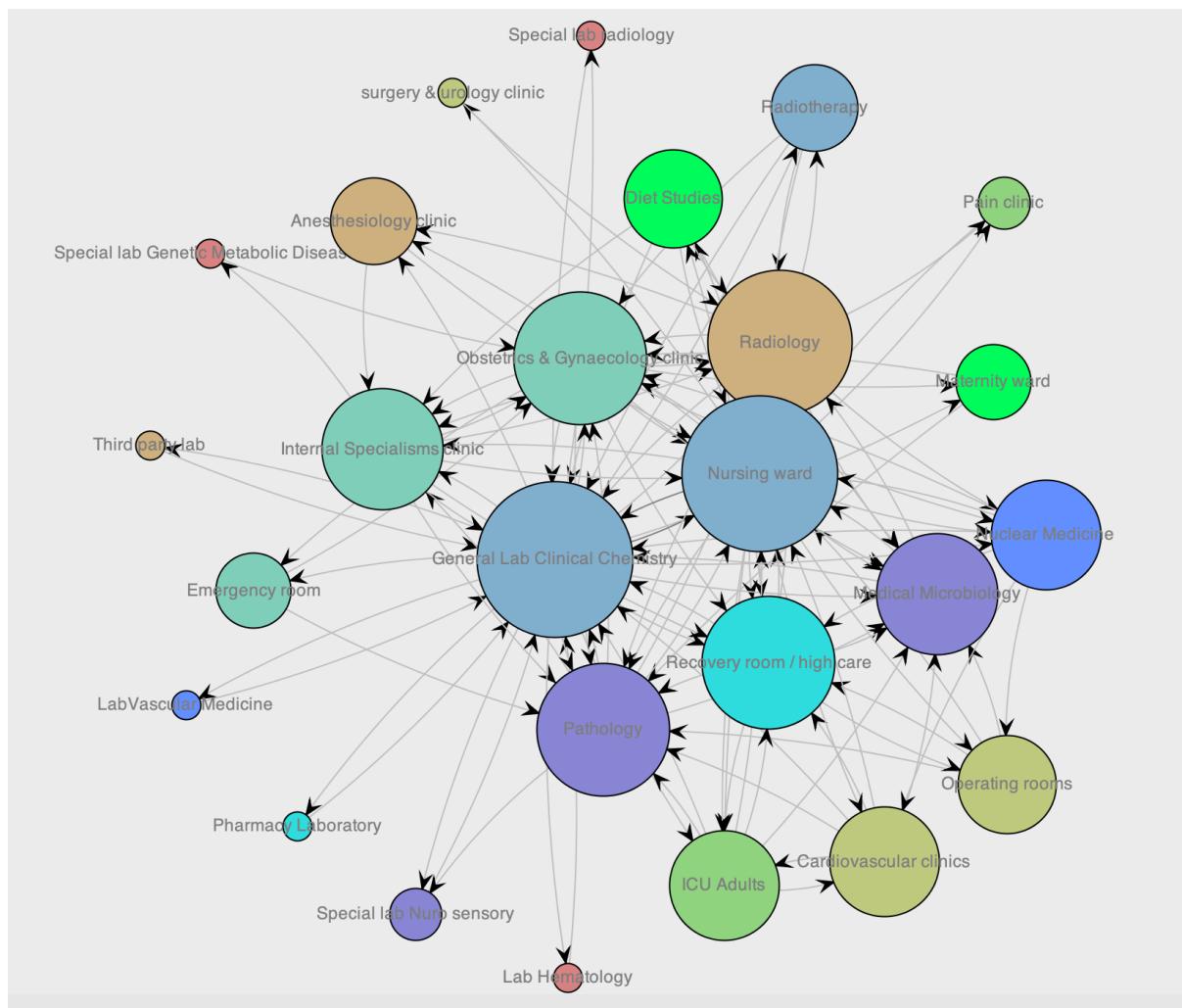
#### 5.3.1. M13



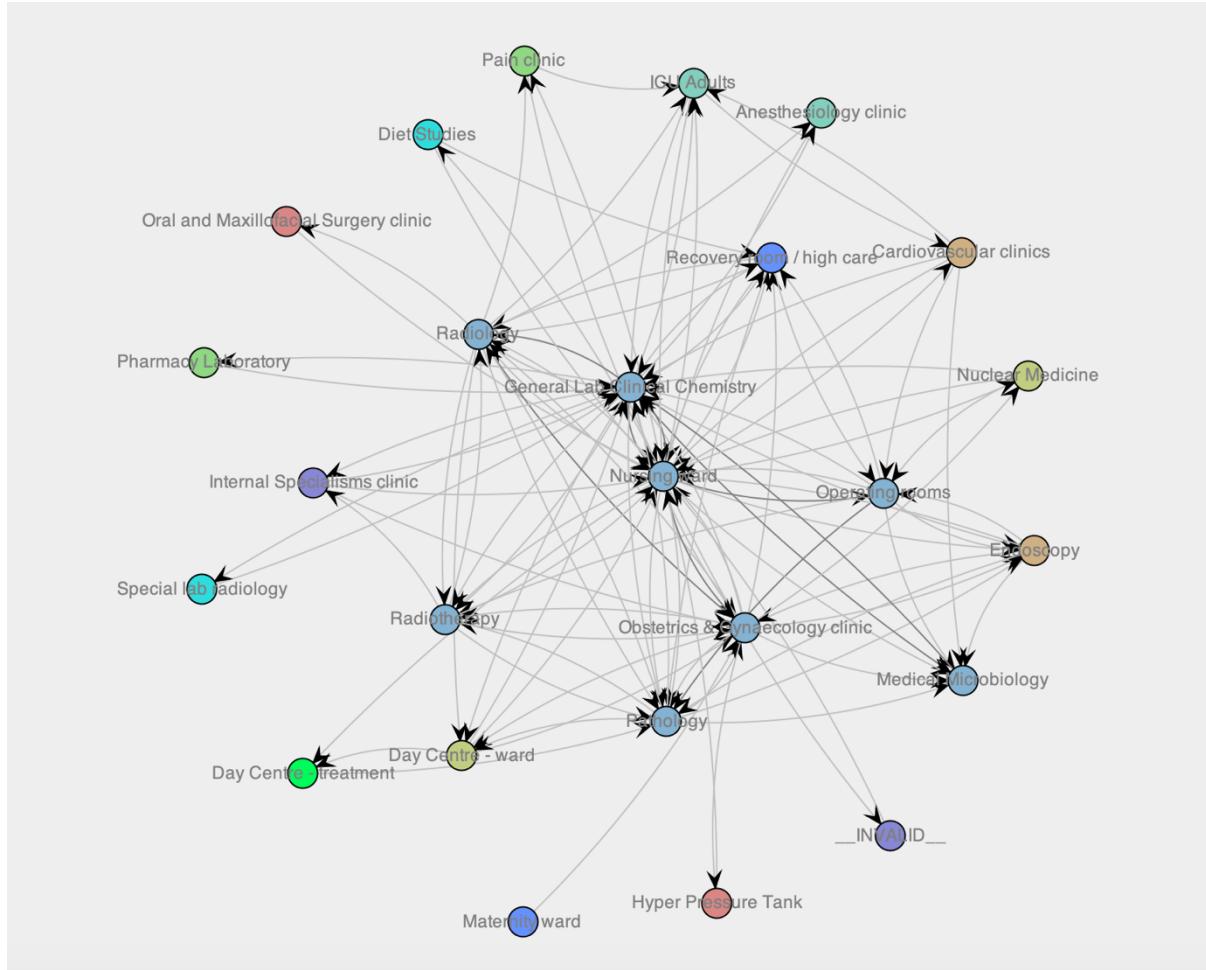


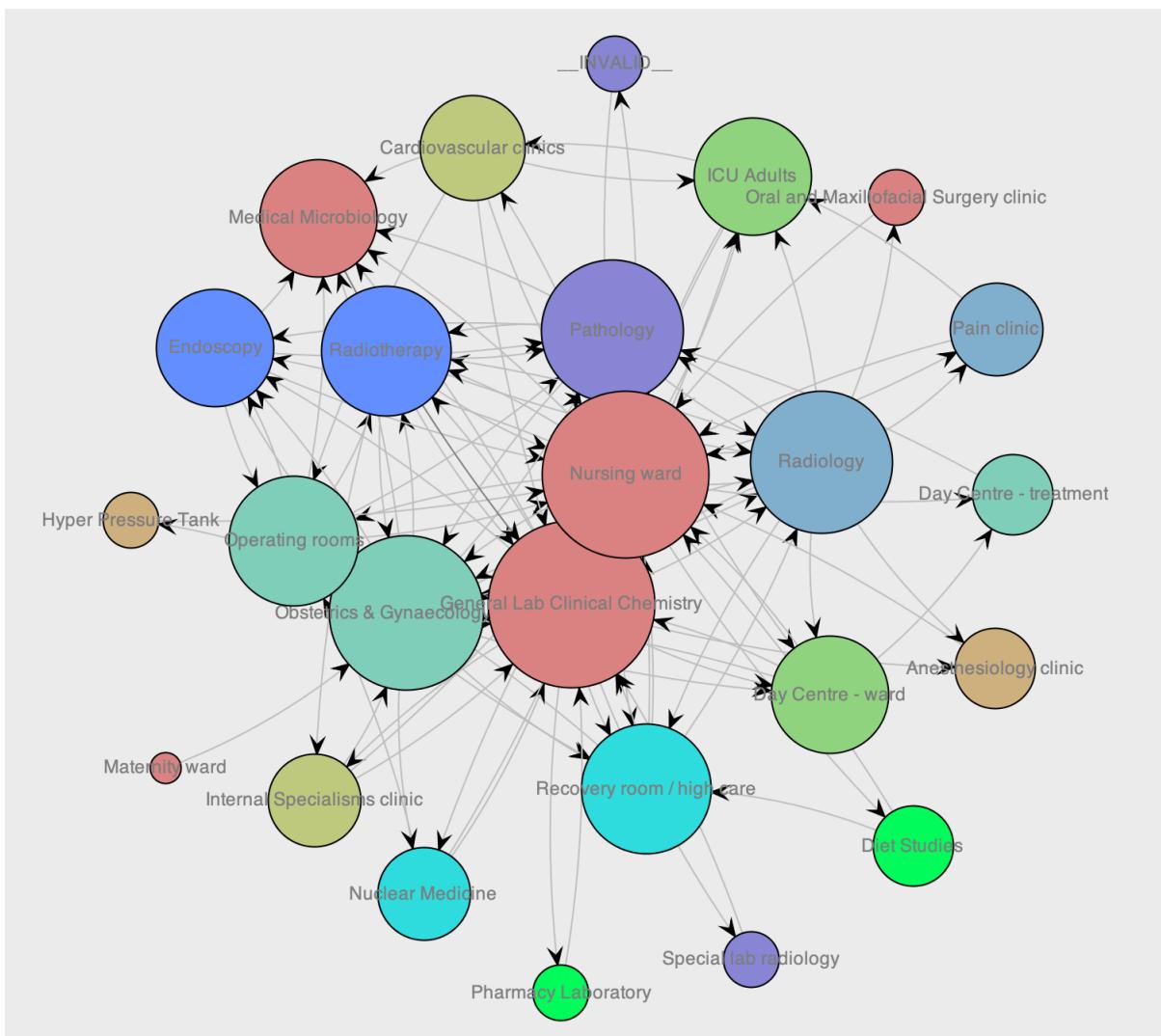
### 5.3.2. M16



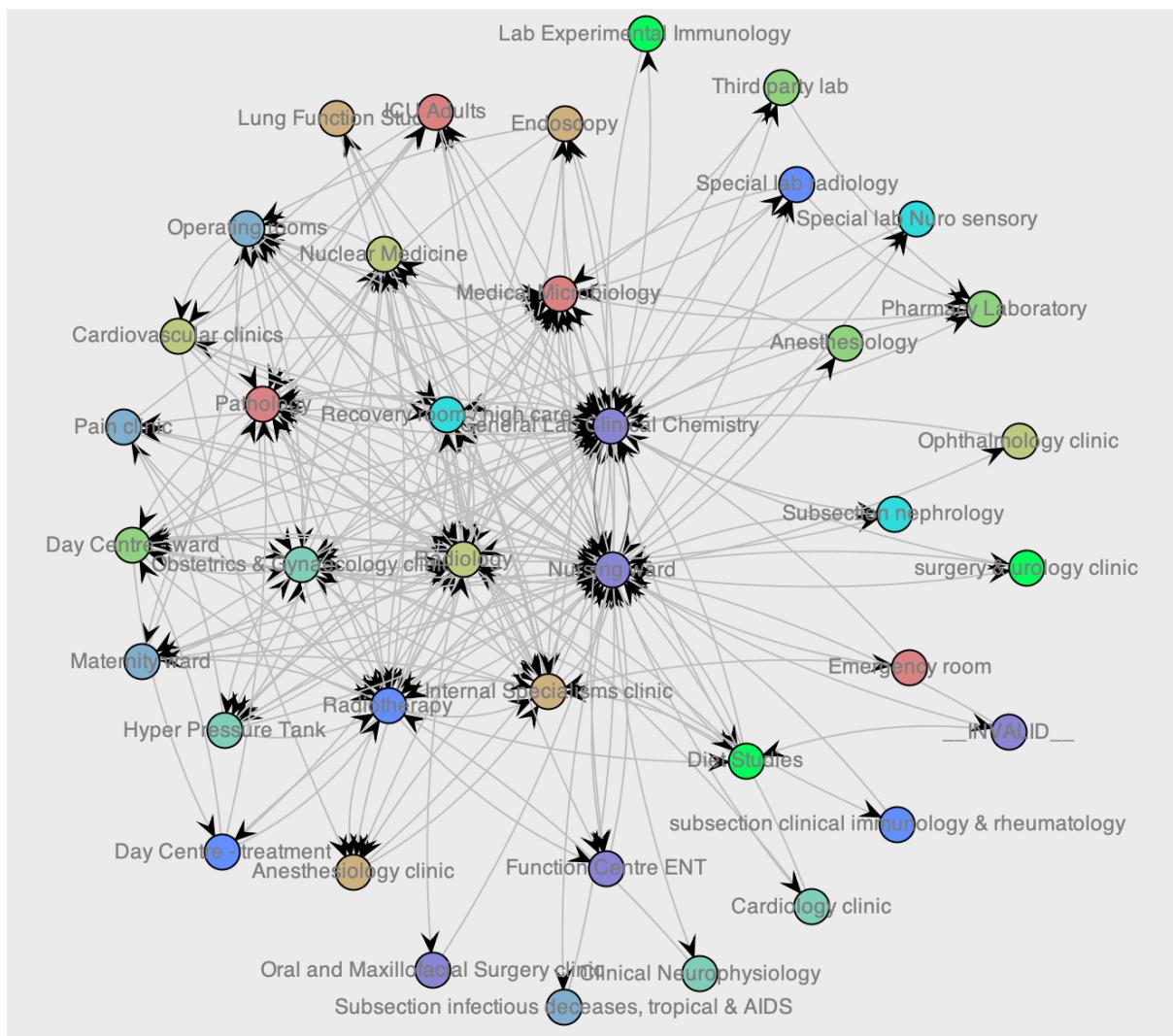


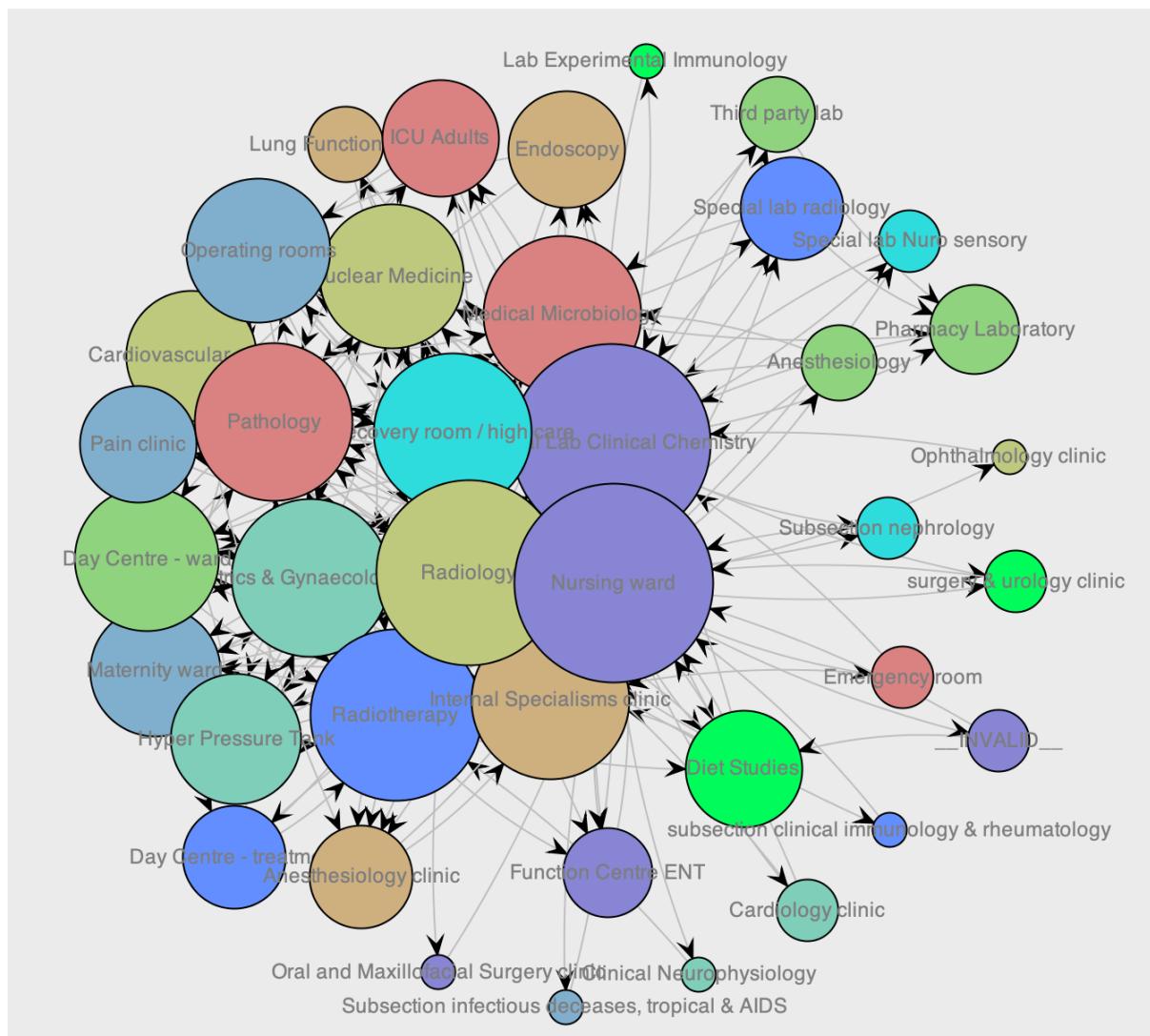
### 5.3.3. M11



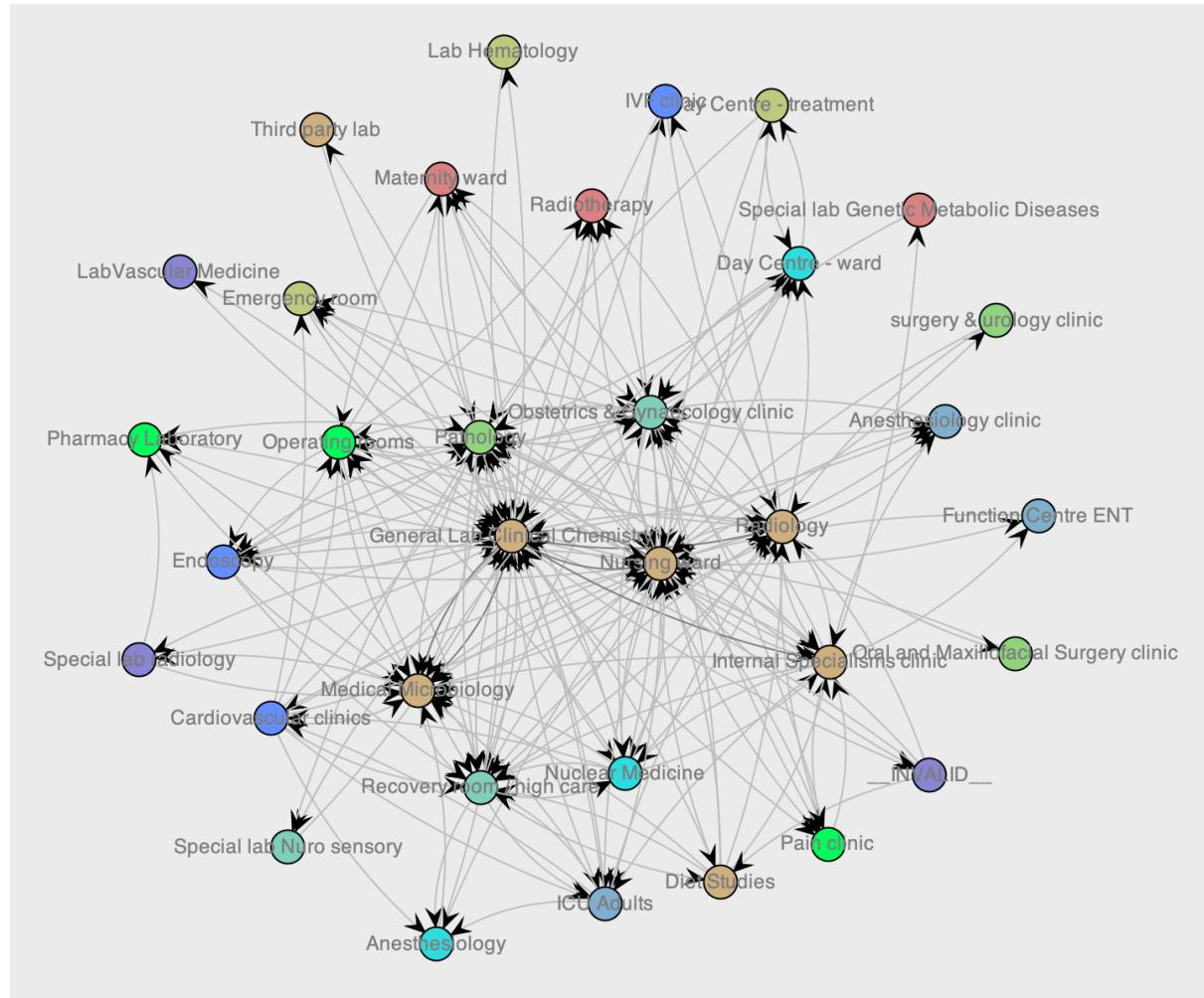


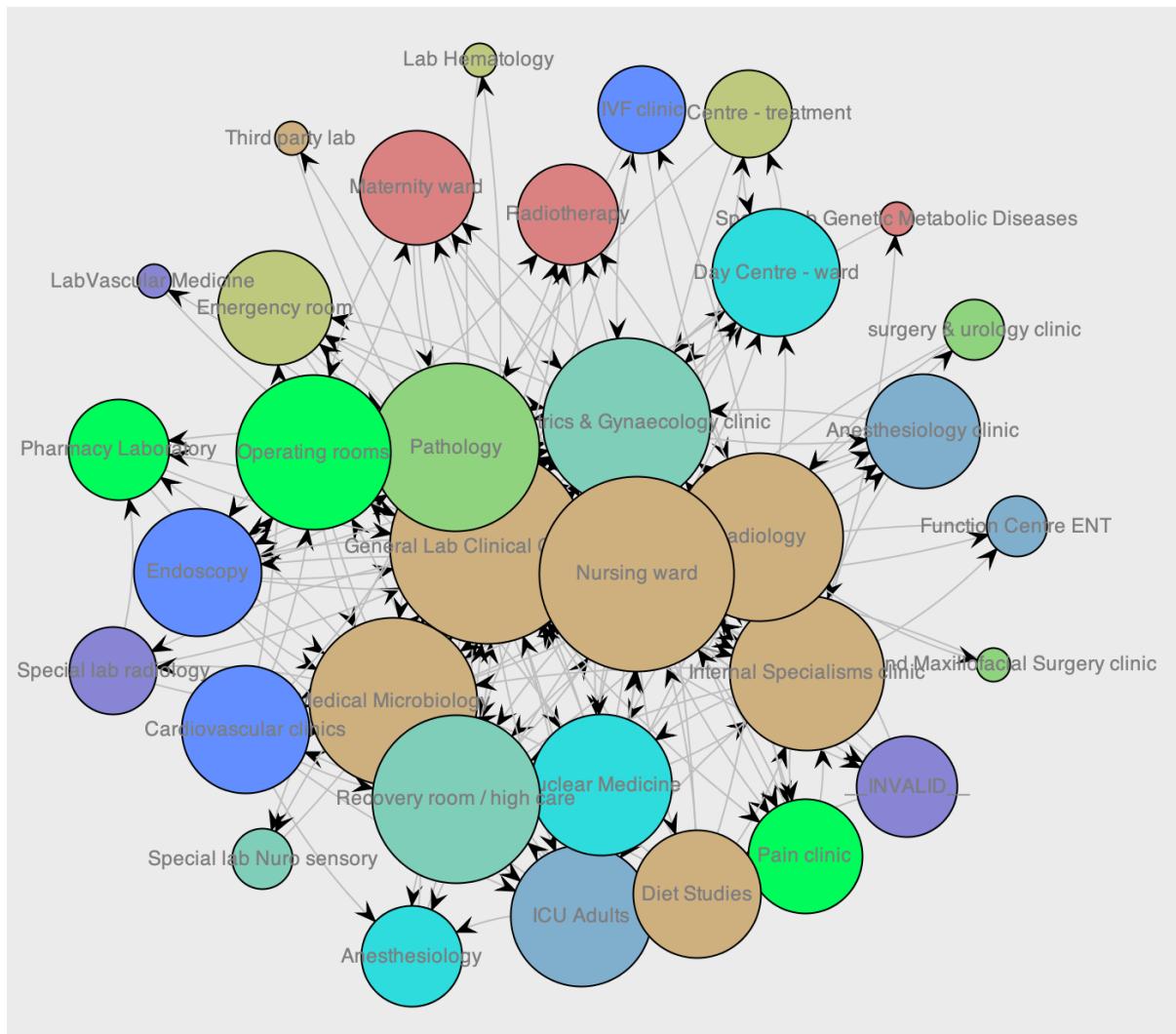
### 5.3.4. 106





### 5.3.5. Non-106





### 5.3.6. Analysis

빈도가 매우 적은 handover에 대해서는 분석하지 않고, 어느 정도의 frequency를 갖는 handover에 대해서만 분석을 진행했다. 각 진단코드별로 social network를 그렸을 때, 진료과별로 발견된 공통점, 차이점을 기술하고 발견된 handover를 나열했다. 모든 진단 코드에서 공통으로 나타난 handover에 대해선 underlined 처리했다. 각 진료과는 진단코드별 handover를 파악해 다른 진료과와의 프로세스 구축이나 관련 리소스 조정을 통해 환자들에게 더 나은 서비스를 제공할 수 있다.

#### 1) M13, M16, M11

[공통으로 등장했지만, 빈도에서 차이가 났던 진료과]

- Maternity ward (산후조리원)
  - Frequency: M13 많음, M16 중간, M11 적음
  - M13
    - Maternity ward → Operating rooms
    - Internal Specialisms clinic → Maternity ward
    - Radiotherapy → Maternity ward
    - Radiology → Maternity ward
    - Nursing ward → Maternity ward
  - M16
    - Maternity ward ↔ Obstetrics & Gynaecology clinic
    - General Lab Clinical Chemistry → Maternity ward
    - Maternity ward → Pathology
  - M11
    - Maternity ward → Obstetrics & Gynaecology clinic
- Pharmacy Laboratory
  - Frequency: M13 많음, M16 적음, M11 중간
  - M13
    - Pathology → Pharmacy Laboratory
    - Medical Microbiology → Pharmacy Laboratory
    - Pharmacy Laboratory → General Lab Clinical Chemistry
  - M16, M11
    - Pharmacy Laboratory ↔ General Lab Clinical Chemistry

- Special lab radiology

- Frequency: M13 많음, M16 적음, M11 중간
- M13

General Lab Clinical Chemistry ↔ Speicial lab radiology

Medical Microbiology ↔ Speacial lab radiology

- M16, M11

General Lab Clinical Chemistry ↔ Speacial lab radiology

- Internal Specialisms clinic

- Frequency: M13 많음, M16 중간, M11 적음
- M13 (주로 후에 진행되는 handover로 많이 발생)

Internal Specialisms clinic → Maternity ward

Pathology → Internal Specialisms clinic

Radiology → Internal Specialisms clinic

- M16

Internal Specialisms clinic → Obstetrics & Gynaecology clinic

Internal Specialisms clinic ↔ General Lab Clinical Chemistry

Pathology → Internal Specialisms clinic

Radiology → Internal Specialisms clinic

- M11

Internal Specialisms clinic → Obstetrics & Gynaecology clinic

Internal Specialisms clinic ↔ General Lab Clinical Chemistry

Radiotherapy → Internal Specialisms clinic

Internal Specialisms clinic → Nursing ward

- Radiotherapy

- Frequency: M13 많음, M16 중간, M11 많음
- 다양한 부서와 handover

[특정 진단 코드에서만 등장 진료과]

- Endoscopy (내시경 검사)

- M16에서는 등장하지 않음
  - M13

Endoscopy → Operating room

Endoscopy ↔ Obstetrics & Gynaecology clinic

Endoscopy ↔ General Lab Clinical Chemistry

Endoscopy ↔ Nursing ward

- M11

Endoscopy ↔ Operating room

Endoscopy ↔ Obstetrics & Gynaecology clinic

Endoscopy → Medical Microbiology

Pathology → Endoscopy

- Third party lab

- Frequency: M13 많음, M16 중간, M11에서는 등장하지 않음
  - M13

Third party lab ↔ General Lab Clinical Chemistry

Medical Microbiology → Third party lab

- M16

Third party lab ↔ General Lab Clinical Chemistry

- Special lab Neurosensory

- M11에서는 등장하지 않음
  - M13

Special lab Neurosensory → Pharmacy Laboratory

Medical Microbiology → Special lab Neurosensory

Special lab Neurosensory ↔ General Lab Clinical Chemistry

- M16

Pathology → Special lab Neurosensory

Special lab Neurosensory ↔ General Lab Clinical Chemistry

- IVF Clinic (시험관 클리닉)
  - M13에서만 등장
    - General Lab Clinical Chemistry → IVF Clinic
    - Nursing ward → IVF Clinic
    - Diet Studies → IVF Clinic
    - IVF Clinic → Radiology
    - IVF Clinic → Obstetrics & Gynaecology clinic
- Cardiology clinic (심장 클리닉)
  - M13에서만 등장
    - Nursing ward ↔ Cardiology clinic
    - Cardiology clinic → Radiology
- Hyper Pressure Tank
  - M11에서만 등장
    - Obstetrics & Gynaecology clinic → Hyper Pressure Tank
    - Hyper Pressure Tank → Nursing ward
- Oral and Maxillofacial Surgery Clinic (구강악안면외과 클리닉)
  - M11에서만 등장
    - Radiology → Oral and Maxillofacial Surgery Clinic
    - Oral and Maxillofacial Surgery Clinic → Nursing ward

#### [기타]

- Pain Clinic
  - Pain clinic에 대해서는 아래 Radiology, Nursing Ward 와의 공통적인 handover 발견
    - Radiology → Pain clinic
    - Pain clinic ↔ Nursing Ward
  - 하지만, M13에서는 이 외에도 더 다양한 부서와 handover했다.

2) 106, Non-106

[공통으로 등장했지만, 빈도에서 차이가 났던 진료과]

- Emergency room

- Frequency: 106 적음, Non-106 많음
  - 106

Emergency room → General Lab Clinical Chemistry

Emergency room ↔ Nursing ward

Emergency room → Internal Specialisms clinic

- Non-106

Emergency room ↔ General Lab Clinical Chemistry

Emergency room → Pathology

Cardiovascular clinics → Emergency room

- Third party lab

- Frequency: 106 적음, Non-106 많음
  - 106

Third party lab ↔ General Lab Clinical Chemistry

Medical Microbiology → Third party lab

Third party lab → Pharmacy Laboratory

- Non-106

Third party lab ↔ General Lab Clinical Chemistry

- Anesthesiology (마취학과)

- Frequency: 106 많음, Non-106 적음
  - 106

Anesthesiology → General Lab Clinical Chemistry

Nursing ward ↔ Anesthesiology

Anesthesiology → Medical Microbiology

- Non-106

Anesthesiology → General Lab Clinical Chemistry

ICU Adults → Anesthesiology

Cardiovascular clinics → Anesthesiology

Recovery room / high care → Anesthesiology

- Radiotherapy
  - Frequency: 106 많음, Non-106 적음
- Function Centre ENT (이비인후과)
  - Frequency: 106 많음, Non-106 적음
  - 106
    - Radiotherapy ↔ Function Centre ENT
    - Nursing ward ↔ Function Centre ENT
  - Non-106
    - Radiology ↔ Function Centre ENT
    - Internal Specialisms clinic → Function Centre ENT

[특정 진단 코드에서만 등장 진료과]

- Lung Function Study
  - 106에서만 등장
    - Radiology → Lung Function Study
    - Lung Function Study → General Lab Clinical Chemistry
- Subsection nephrology
  - 106에서만 등장
    - Subsection nephrology ↔ General Lab Clinical Chemistry
    - Subsection nephrology ↔ Nursing ward
- Hyper Pressure Tank
  - 106에서만 등장 (주로 후에 진행되는 handover로 많이 발생)
- IVF Clinic
  - Non-106에서만 등장
    - Radiology ↔ IVF Clinic
    - General Lab Clinical Chemistry ↔ IVF Clinic

[기타]

- Pharmacy Laboratory
  - 106
    - General Lab Clinical Chemistry ↔ Pharmacy Laboratory
    - Special lab radiology → Pharmacy Laboratory
    - Pharmacy Laboratory → Medical Microbiology
    - Third party lab → Pharmacy Laboratory
  - Non-106
    - General Lab Clinical Chemistry → Pharmacy Laboratory
    - Special lab radiology → Pharmacy Laboratory
    - Medical Microbiology ↔ Pharmacy Laboratory

## 5.4. Handover of organisation matrix

### 5.4.1. M13

<b>M13</b>	→ Lab	→ Pathology	→ Radiology	→ Radiotherapy	
Lab →	20835	135	419	167	<b>21556</b>
Pathology →	194	154	40	31	<b>419</b>
Radiology →	272	89	264	119	<b>744</b>
Radiotherapy →	174	23	86	384	<b>667</b>
	<b>21475</b>	<b>401</b>	<b>809</b>	<b>701</b>	<b>23386</b>

### 5.4.2. M16

<b>M16</b>	→ Lab	→ Pathology	→ Radiology	→ Radiotherapy	
Lab →	24906	137	393	2	<b>25438</b>
Pathology →	192	204	18	0	<b>414</b>
Radiology →	337	41	183	3	<b>564</b>
Radiotherapy →	3	0	2	4	<b>9</b>
	<b>25438</b>	<b>382</b>	<b>596</b>	<b>9</b>	<b>26425</b>

### 5.4.3. M11

<b>M11</b>	→ Lab	→ Pathology	→ Radiology	→ Radiotherapy	
Lab →	6423	137	122	7	<b>6689</b>
Pathology →	159	141	24	3	<b>327</b>
Radiology →	106	29	75	17	<b>227</b>
Radiotherapy →	8	3	10	28	<b>49</b>
	<b>6696</b>	<b>310</b>	<b>231</b>	<b>55</b>	<b>7292</b>

### 5.4.4. 106

<b>106</b>	→ Lab	→ Pathology	→ Radiology	→ Radiotherapy	
Lab →	36295	141	665	472	<b>37573</b>
Pathology →	205	232	76	59	<b>572</b>
Radiology →	427	104	427	380	<b>1338</b>
Radiotherapy →	493	52	260	1205	<b>2010</b>
	<b>37420</b>	<b>529</b>	<b>1428</b>	<b>2116</b>	<b>41493</b>

### 5.4.5. Non-106

<b>Non-106</b>	→ Lab	→ Pathology	→ Radiology	→ Radiotherapy	
Lab →	55469	445	1002	15	<b>56931</b>
Pathology →	588	600	102	9	<b>1299</b>
Radiology →	803	173	577	4	<b>1557</b>
Radiotherapy →	7	12	2	10	<b>31</b>
	<b>56867</b>	<b>1230</b>	<b>1683</b>	<b>38</b>	<b>59818</b>

#### 5.4.6. Analysis

Handover frequency가 높은 네 진료과 (진단검사의학과, 병리과, 영상의학과, 방사선치료과)에 대해 상세한 분석을 위해 서로간의 direct handover frequency를 카운트해서 matrix를 만들었다. 발견한 점은 다음과 같다.

- 1) Radiotherapy에 대한 handover는 대부분 M13, 106에서만 발생했다.

M11에서는 어느정도 발견되었지만, M16과 Non-106에 대해서는 전체 handover frequency 대비 거의 발생하지 않았다. 이는 해당 진단 코드 환자들이 Radiotherapy를 거쳐가는 경우가 적기 때문에 handover도 적게 측정된 것이다. 특이점은 106의 경우, Lab과 Radiotherapy간의 handover가 M13과 비교해서도 자주 일어났다는 점이다. Lab에서는 만약 Radiotherapy에서 handover가 넘어오면, 대부분 106 또는 M13에 관한 검사 요청이라고 예측할 수 있겠다.

- 2) Pathology에 대한 handover는 M11, Non-106에서 많이 발생했다.

M11의 경우에, 전체 handover 수 대비 Pathology에 대한 handover의 수가 유독 많았다. 그리고 Non-106의 경우에도, 106 경우에 비해 Pathology에 대한 handover의 수가 많았다. 그 차이는 106과 Non-106에서 더 두드러졌다. 따라서 pathology에 관한 handover는 106보다 Non-106 관련인 경우가 더 많기 때문에 다른 세 부서에서는 이에 따라 리소스를 조정할 수 있다.

- 3) handover 방향에 따른 빈도에 차이가 있었다.

“Pathology → Lab”의 handover가 “Lab → Pathology”的 handover보다 더 많았다. 반대로 “Lab → Radiology”的 handover는 “Radiology → Lab”的 handover보다 더 많았다. Pathology는 Lab의 사전 activity를, Radiology는 Lab 이후의 activity를 수행하는 경우가 많다는 것을 나타낸다.

그리고, “Radiology → Pathology”와 “Radiology → Radiotherapy” 역시 그 반대 방향의 handover보다 더 frequent했다. Radiology는 다른 두 부서의 activity 이전에 수행되어야 하는 activity를 자주 수행한다고 볼 수 있다. 각 부서에서 이러한 업무 흐름을 인지하고 있으면 업무 생산성을 높일 수 있을 것이다.