1. ABSTRACT

Con la diffusione di un tenore di vita superiore, la popolazione mondiale ha visto incrementare notevolmente la sua aspettativa di vita negli ultimi decenni. Se da un lato vivere più a lungo rappresenta indiscutibilmente un fattore positivo, dall’altro si assiste ad un invecchiamento della popolazione. Questo porta con sé numerose sfide da affrontare perché l’obiettivo di ognuno è vivere ben, a lungo.

Una delle patologie che presentano il maggior tasso di incidenza nelle chiamate ricevute da AREU (Agenzia Regionale Emergenze Urgenze), ossia l’agenzia che si occupa della gestione del numero telefonico riservato alle emergenze mediche, è l’ictus. Incide infatti per il 33.9% degli interventi e conta più di 9000 casi all’anno, in costante aumento.

La popolazione colpita ha mediamente 74 anni per quanto riguarda gli individui maschi e 79 anni per le femmine. Sono proprio questi a suggerire una possibile correlazione con l’età del paziente e considerato il fenomeno aging, indagare meglio sulle possibili cause che portano alla formazione di un ictus appare fondamentale in ottica futura. Nei prossimi 20 anni è infatti previsto un raddoppio dei casi per via dell’invecchiamento della popolazione.

L’obiettivo di questo progetto di tesi è quello di individuare possibili correlazioni che leghino gli eventi di ictus a fenomeni meteorologici e agli agenti inquinanti, che come suggerito dalla letteratura (elenco paper), sembrano avere effetti non trascurabili. L’obiettivo finale è quello di creare una funzione di rischio che possa predire, in una certa misura, il possibile insorgere della patologia.

1. INTRODUCTION
   1. WHAT A STROKE IS
   2. RISK FACTORS
   3. RESCUE PROTOCOL

Il protocollo di soccorso prevede che un operatore del 118 riceva una chiamata per una richiesta di intervento. Per individuare un sospetto caso di ictus si fa uso della CPSS (Cincinnati Prehospital Stroke Scale), ossia una metrica per valutare la condizione del paziente chiedendo:

* Parla male?
* Ha la bocca storta?
* Riesce a tenere le braccia sollevate?
* Da quanto tempo ha questo problema?

Tali domande mirano ad individuare rispettivamente:

* Anomalie del linguaggio
* Paresi facciale
* Deficit motorio degli arti superiori

Sulla base delle risposte ai precedenti quesiti, gli operatori attribuiscono un codice di gravità all’intervento e dispongono l’invio dei mezzi più adeguati. Tra questi mezzi figurano:

* Mezzo di soccorso di base (MSB): un’ambulanza con a bordo personale tecnico soccorritore.
* Mezzo di soccorso intermedio (MSI): un’ambulanza che preveda a bordo un infermiere attrezzato e autorizzato ad operare procedure di intervento avanzato.
* Mezzo di soccorso avanzato (MSA): un mezzo su gomma (ambulanza o automedica) e a pala (elicottero) con a bordo un infermiere ed un medico di pronto soccorso.

Giunti sul posto, gli operatori del 118 verificano le condizioni del paziente ed eventualmente attribuiscono alla missione il codice ictus, ossia se la CPSS risulta positiva, il paziente ha più di 18 anni e i sintomi presenti da non oltre 4 ore. Il tal caso gli operatori comunicano con l’hub centrale al fine di farsi indirizzare verso la struttura ospedaliera più adeguata al trattamento. Altrimenti si procede al trasporto presso il pronto soccorso più vicino.

Gli ospedali attrezzati al trattamento di un ictus, ossia quelli dotati di stroke unit (UCV) sono classificati in due livelli:

* Livello II: è disponibile il solo trattamento fibrinolitico per lo scioglimento del trombo.
* Livello III: sono disponibili una sala attrezzata e del personale specializzato nell’asportazione meccanica del trombo.

E’ compito dell’hub del 118 inviare l’allerta circa una paziente in arrivo all’ospedale di destinazione, che procederà ad allertare il neurologo di riferimento. Il neurologo svolge il ruolo di attending doctor.

Dopo l’arrivo in pronto soccorso, il paziente viene immediatamente inviato in radiologia sottoposto ad una TAC per verificare lo stato cerebrale. Successivamente si procede con la terapia fibrinolitica o con l’asportazione meccanica del trombo.

* 1. STROKE ORIGIN AND TREATMENT

Il trattamento di un caso di ictus prevede la dissoluzione o la rimozione meccanica di un trombo. Il trombo è costituito da una massa ematica solida che si origina all’interno del sistema cardiocircolatorio. Generalmente si tratta di un coagulo di sangue costituito da globuli rossi, bianchi, piastrine e fibrina.

* Trattamento fibrinolitico: l’obiettivo è quello di disgregare la fibrina che tiene unito il coagulo in modo da ripristinare la normale circolazione
* Asportazione meccanica: tramite intervento chirurgico si individua il trombo e si procede alla sua asportazione mediante l’uso di un catetere endovenoso.
  1. MEDICAL CONSEQUENCES AND IMPACT ON THE SOCIAL SECURITY SYSTEM

1. STROKE: WEATHER CONDITIONS AND POLLUTANTS
   1. THE STATE OF THE ART

Il tentativo di correlare gli ictus agli eventi meteorologici e agli agenti inquinanti non è totalmente nuovo in letteratura. Esistono infatti diverse pubblicazioni che trattano l’argomento seppur le conclusioni siano talvolta discordanti.

In tabella sono riportate le pubblicazioni analizzate:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| TITOLO | AUTORI | ANNO | | POPOLAZIONE ANALIZZATA | | PARAMETRI MONITORATI | CONCLUSIONI |
| Air Pollution and Hospital Admissions for Ischemic and Hemorrhagic Stroke Among Medicare Beneficiaries | Gregory A. Wellenius, Joel Schwartz, Murray A. Mittleman | 2005 |  | |  | |  |
| Air Pollution  A New Risk Factor in Ischemic Stroke Mortality | Yun-Chul Hong, Jong-Tae Lee, Ho Kim, Ho-Jang Kwon | 2002 |  | |  | |  |
| Air Pollution and Stroke | Kuan Ken Lee, Mark R. Miller, Anoop S. V. Shah | 2018 |  | |  | |  |
| Ambient Air Pollution and Risk for Ischemic Stroke:  A Short-Term Exposure Assessment in South China | Pi Guo, Yulin Wang, Wenru Feng, Jiagang Wu, Chuanxi Fu, Hai Deng, Jun Huang,  Li Wang, Murui Zheng, Huazhang Liu | 2017 |  | |  | |  |
| Evidence for an Association Between Air Pollution and daily Stroke Admissions in Kaohsiung, Taiwan | Shang-Shyue Tsai, William B. Goggins, Hui-Fen Chiu, Chun-Yuh Yang | 2003 |  | |  | |  |
| Ambient Temperature and Stroke Risk  Evidence Supporting a Short-Term Effect at a Population Level from Acute Environmental Exposures | Pablo M. Lavados, Verónica V. Olavarría, Lorena Hoffmeister | 2017 |  | |  | |  |

* 1. TEMPERATURE CORRELATION
  2. POLLUTANTS CORRELATION

1. THE DATA
   1. THE DATABASE OF STOKES

I dati utilizzati per lo svolgimento di questo progetto di tesi sono stati forniti da AREU (Agenzia Regionale Emergenze Urgenze), ossia l’agenzia che si occupa della gestione delle chiamate di emergenza a livello regionale in Lombardia.

AREU è infatti in grado di raccogliere dati all’interno del proprio sistema informativo a partire dalla ricezione di una chiamata al 118. Queste informazioni comprendono i dati del paziente, gli orari di dispatch dei mezzi, le coordinate del luogo dell’evento e una serie di altre informazioni meglio descritte in seguito.

I dati fornitimi sono stati anonimizzati e rappresentano un sottoinsieme di quanto presente nel sistema informativo AREU.

* + 1. THE INFORMATION SYSTEM ARCHITECTURE

La base dati detenuta da AREU trova posto all’interno di un sistema informativo ben più ampio.

L’architettura dello stesso è basata su quattro entità fondamentali:

* **Evento:** è un’entità atomica alla quale vengono ricondotte una o più chiamate al 118
* **Missione:** per ogni evento viene avviata una missione, alla quale farà riferimento ogni mezzo coinvolto nell’intervento
* **Tratta:** rappresenta un frammento del tragitto di soccorso che separa la centrale dal paziente e il paziente dall’ospedale e monitora i tempi di interarrivo.
* **Paziente:** contiene una descrizione anagrafica del paziente e del suo stato di salute pregresso
  + 1. DATA ACQUISITION METHODOLOGY

I dati inseriti all’ìnterno del sistema informativo AREU provengono da una molteplicità di fonti. Derivano infatti da un processo di raccolta realizzato durante le due principali fasi dell’intervento:

* Chiamata al 118
* Intervento sul posto dei sanitari

Lo scopo della chiamata al 118 è quello di raccogliere i sintomi del paziente, accertare l’indirizzo ed erogare un codice di intervento.

Spetta poi ai sanitari che si recano sul luogo verificare l’anagrafica, raccogliere la posizione GPS, accertare patologie pregresse ed eventualmente correggere il codice di intervento.

I dati sugli intertempi sono calcolati in modo automatico e vengono impiegati per lo più a livello statistico.

* + 1. DESCRIPTION OF THE FIELDS OF THE DATABASE

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| VOCE | TIPO | DESCRIZIONE |
| AAT | 0 |  |
| ANNO | 0 |  |
| MESE | 0 |  |
| ID\_EMERGENCY | id |  |
| ID\_EMERG\_HOUR\_IN\_DAY | 0 |  |
| CD\_SEVERITY\_LEVEL | codice |  |
| CD\_EMERG\_CLASS | codice |  |
| CD\_EMERG\_CLASS\_DTL | codice |  |
| CD\_REASON | codice |  |
| CD\_REASON\_DTL | codice |  |
| CD\_CALLER | codice |  |
| CD\_PLACE | codice |  |
| CD\_PROVINCE\_ISTAT | codice |  |
| CD\_TOWN\_ISTAT | codice |  |
| DS\_TOWN | descrizione |  |
| CD\_PROVINCE | codice |  |
| CD\_STREET | codice |  |
| DS\_STREET | descrizione |  |
| DS\_STREET\_TYP | descrizione |  |
| CD\_TOWN\_ISTAT\_STREET | codice |  |
| CD\_ZONE | codice |  |
| CD\_INSTITUT\_TRANSP\_TO | codice |  |
| CD\_INSTITUT\_TRANSP\_FROM | codice |  |
| CD\_METEO | codice |  |
| ID\_EMERG\_MONTH | data.ora |  |
| DT\_EMERG\_DAY | data.ora |  |
| DT\_EMERG\_OPEN | data.ora |  |
| DT\_EMRG\_OPEN\_HH24MI | data.ora |  |
| DT\_EMERG\_CLOSE | data.ora |  |
| DT\_MISSION\_OPEN\_1 | data.ora |  |
| DT\_CAR\_START\_1 | data.ora |  |
| DT\_CAR\_H\_1 | data.ora |  |
| DT\_CAR\_I\_1 | data.ora |  |
| VL\_PEOPLE | n° |  |
| VL\_PATIENT | n° |  |
| VL\_PATIENT\_ECG | n° |  |
| VL\_EMERG\_INTERVAL | n° |  |
| VL\_MISSION\_OPEN\_1\_INTERVAL | tempo |  |
| VL\_CAR\_START\_1\_INTERVAL | tempo |  |
| VL\_CAR\_H\_1\_INTERVAL | tempo |  |
| VL\_CAR\_H\_1\_INTERVAL\_HH24\_MI | tempo |  |
| VL\_CAR\_H\_1\_INT\_MINUTI | tempo |  |
| VL\_CAR\_I\_1\_INTERVAL | tempo |  |
| VL\_CAR\_I\_1\_INT\_HH24\_MI | tempo |  |
| VL\_CAR\_I\_1\_INT\_MINUTI | tempo |  |
| VL\_AMOUNT\_MISSION\_MSB | n° |  |
| VL\_AMOUNT\_MISSION\_MSI | n° |  |
| VL\_AMOUNT\_MISSION\_MSA | n° |  |
| DT\_CAR\_I\_1\_MSB | data.ora |  |
| DT\_CAR\_I\_1\_MSI | data.ora |  |
| DT\_CAR\_I\_1\_MSA | data.ora |  |
| VL\_CAR\_I\_1\_INTERVAL\_MSB | n° |  |
| VL\_CAR\_I\_1\_INTERVAL\_MSI | n° |  |
| VL\_CAR\_I\_1\_INTERVAL\_MSA | n° |  |
| VL\_GEO\_X | Coord |  |
| VL\_GEO\_Y | Coord |  |
| AC\_SESSO | 0 |  |
| VL\_ETA | 0 |  |
| DS\_PAT\_1 | Descrizione |  |
| DS\_PAT\_2 | Descrizione |  |
| ID\_CODICE | codice |  |
| ID\_CODICE\_E | codice |  |
| OSPEDALE\_DENOMINAZIONE | 0 |  |
| OSPEDALE\_LOCALITA | 0 |  |
| OSPEDALE\_REPARTO | 0 |  |
| OSPEDALE\_CODICE | 0 |  |
| OSPEDALE\_DESCR\_SINTETICA | 0 |  |
| OSPEDALE\_DESCR\_COMPLETA | 0 |  |
| OSPEDALE\_PROVINCIA | 0 |  |
| DS\_REPARTO\_R | Descrizione |  |
| DT\_APERTURA | 0 |  |
| ID\_CODICE\_R | codice |  |
| ID\_CODICE\_E2 | codice |  |
| ID\_PAT1\_LIV1 | codice |  |
| ID\_PAT1\_LIV2 | codice |  |
| ID\_PAT2\_LIV1 | codice |  |
| ID\_PAT2\_LIV2 | codice |  |
| DT\_COMPARSA\_EV | 0 |  |
| DT\_REGISTRAZ\_EV | 0 |  |
| VL\_CAR\_H\_1\_COMPARSA\_EV\_MIN | Tempo |  |
| codice ictus | codice |  |

* 1. WEATHER STATIONS DATASET
     1. STATIONS DISTRIBUTION AND DATA
     2. MEASURED VALUES AND SAMPLING INTERVAL
     3. DATABASE STRUCTURE
  2. AIR QUALITY STATIONS
     1. STATIONS DISTRIBUTION AND DATA
     2. MEASURED VALUES AND SAMPLING INTERVAL
     3. DATABASE TRUCTURE
  3. DEMOGRAPHIC DATA
     1. RESIDENT POPULATION FOR EVERY PROVINCE

1. DATA EXPLORATION
   1. STROKES DISTRIBUTION DURING THE WEEK
   2. STROKES DISTRIBUTIONS DURING THE YEAR
   3. STROKES DISTRIBUTION EVER THE TERRITORY
      1. DEMOGRAPHIC INCIDENCE
      2. GIS
   4. STROKES PERIODICITY
   5. POSSIBLE CORRELATIONS
2. ANALYSIS
   1. DATA MANIPULATION ADN METHODOLOGIES
      1. DATA MANAGEMENT AND USAGE
      2. UNAVAILABLE DATA DELETION
   2. THE ANALYSIS PROCESS
      1. TREND ANALYSIS
      2. LA PERIODS ANALYSIS
   3. THE RISK FUNCTION
3. DATA INTERPOLATION
   1. THE STATE OF THE ART
      1. ARPA OPTIMAL INTERPOLATION
      2. CIRCUMNSTANTIAL DIFFERENCES AND DEFINITION OF A DIFFERENT MODEL
         1. IMPOSSIBILITY TO HAVE ALTIMETRIC DATA
         2. LOW PRECISION OF EXTRACTED ALTITUDE
         3. COMPUTATIONAL COMPLEXITY AND EXPLORATIVE ANALYSIS
      3. KRIGING
         1. SIMPLE KRIGING
         2. ORDINARY KRIGING
         3. UNIVERSAL KRIGING
      4. INTERPOLATION PROCEDURE
   2. INTERPOLATED DATA
      1. VARIOGRAM
      2. VARIOGRAM FITTING TO EXTRACT A MODEL
   3. VALIDATION
      1. VARIANCE AND PERCENTILES
      2. COMPARING THE REFERENCE MODEL
4. RESULTS
   1. FOUND TRENDS
   2. CORRELATIONS
5. RISK FUNCTION
6. CONCLUSION