

3. PROTOCOL TAC

3.1.- Introducció a la TAC torsional de les Extremitats Inferiors

El protocol de la TAC torsional seguit al Servei s'ha basat en els estudis de Lerat i d'altres autors de l'escola francesa, i és l'exposat a la tesi doctoral del Dr. Tuneu (25, 85). Donat que no hi havia TAC preoperatòria per a comparar l'evolució torsional de l'extremitat amb la cirurgia (ja que abans no era una tècnica sistematitzada per aquesta cirurgia), s'ha pres com a punt de referència la TAC preoperatòria de la cama no operada. Per tant, s'han eliminat (per fer aquestes comparacions) els pacients operats dels dos genolls ja que perdiem aquesta referència (85, 102).

3.2.- Característiques tècniques de l'aparell utilitzat

- XVISION/EX. Toshiba.
- Gruix dels talls 5 mm.
- Obertura de Gantry 60 cm.
- Angulació de Gantry +15°.
- Factors de tècnica 120 KVP de 130 MA.
- Tub de RX MX 100 CT.
- Alçada de la taula 56-100 cm.
- Talls reconstruïts a filtre=2 (filtre 30).
- Moviment de taula cada 4 mm.
- Temps de realització talls 1.5 s.

3.3.- Protocol

S'aplica el protocol estàndard del Servei que consisteix en la col·locació del pacient en decúbit dorsal, amb els peus fixes a 15° de rotació externa, sobre un suport perpendicular a la taula de radiologia. Els peus fixes eviten les rotacions durant l'examen.

Els nivells dels talls són els següents:

- 1) Tall a nivell dels caps femorals passant per la fosseta digital. (tall 1).
- 2) Tall a nivell de la meitat de la ròtula que permet l'estudi de la tròclea (el nivell del tall es localitzarà per la forma de l'osca intercondílica en "arc romànic" (tall 2).
- 3) Tall que passa per l'epífisi tibial superior, just per sota de la interlínia articular. El pla del tall es situa just en el punt on el plat tibial extern a

nivell posterior passa a ser vertical, entre el planell del plat tibial i el de l'articulació tibioperonea proximal (tall 3).

- 4) Tall a nivell de la tuberositat tibial anterior (tall 4).
- 5) Tall a nivell del turmell, que passa per la base dels dos mal.lèols (tall 5).
- 6) Tall a nivell del tercer metatarsià (tall 6). Aquest tall ha estat introduït a l'estudi però no al protocol estàndard practicat al Servei. Aquest angle engloba l'angle de declinació de l'astràgal que correspon a l'angle format entre l'eix del cap i el coll de l'astràgal (en condicions normals és de 15-25°) (86) (Figura 36 i 37).

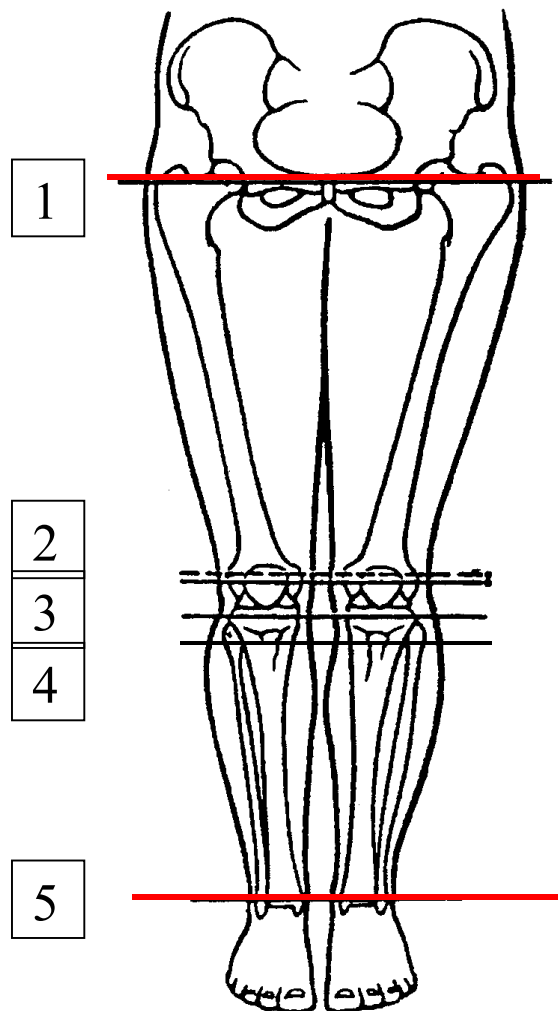


Figura 36. Nivells dels talls de la TAC.

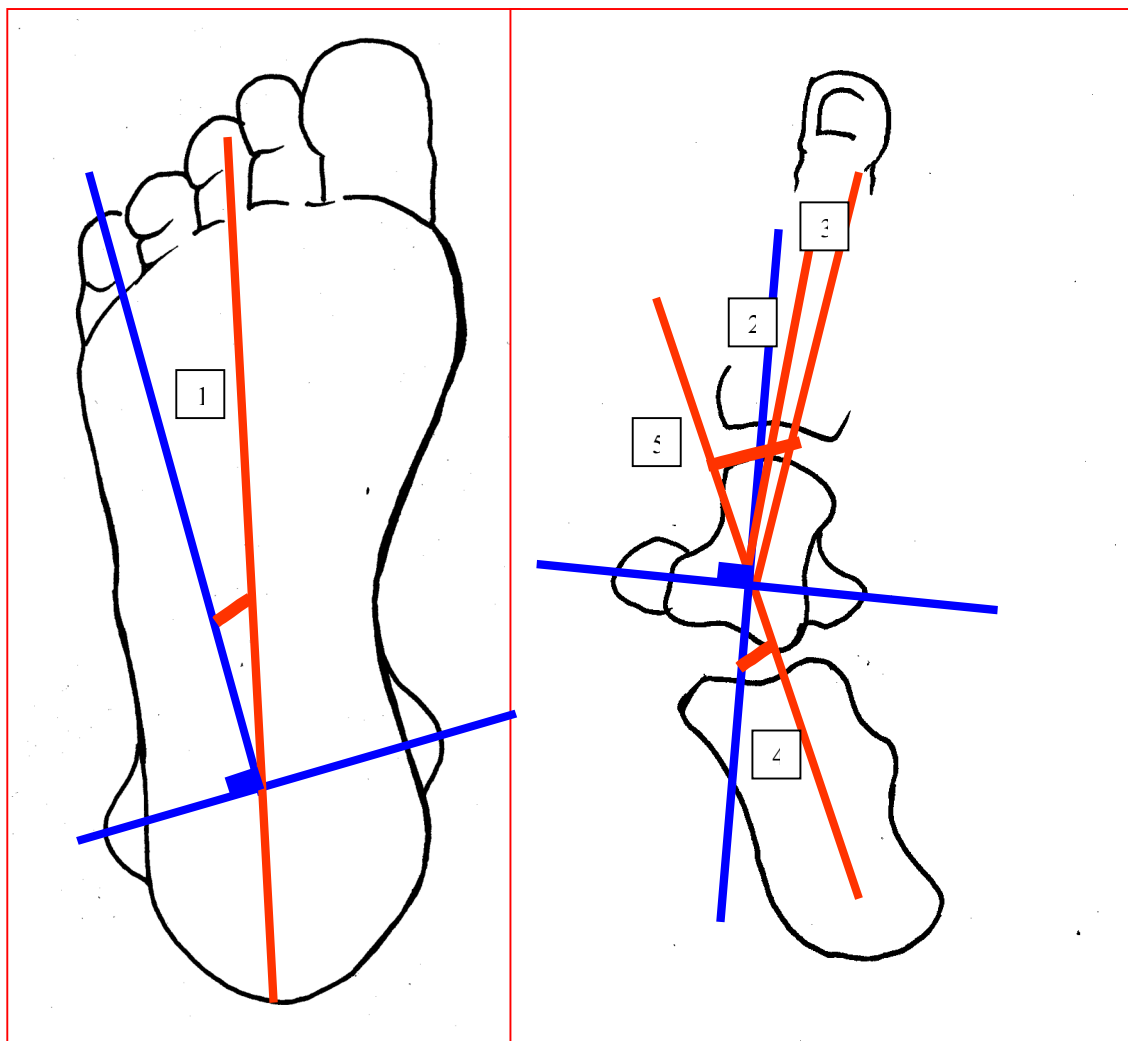


Figura 37. Eixos del peu. Modificat de Moyen.

1. angle mal.leol- eix del peu.
2. angle mal.leol- 3r metatarsià.
3. angle de declinació de l'astràgal.
4. angle mal.leol- calcani.
5. angle astràgal-calcani.

Amb la TAC s'han mesurat les següents variables: anteversió femoral, torsió tibial externa, torsió del genoll, TAGT, angle còndil-mal.leolar, derrotació submal.leolar, bàscula rotuliana, subluxació externa rotuliana i angle de la tròclea femoral (103).

3.4.- Variables TAC mesurades

- Anteversió femoral: És la torsió del fèmur, marcada per l'angulació entre l'eix del coll i l'eix bicondili posterior (graus) (N: 15°) (*AFEM*) (Figura 38).

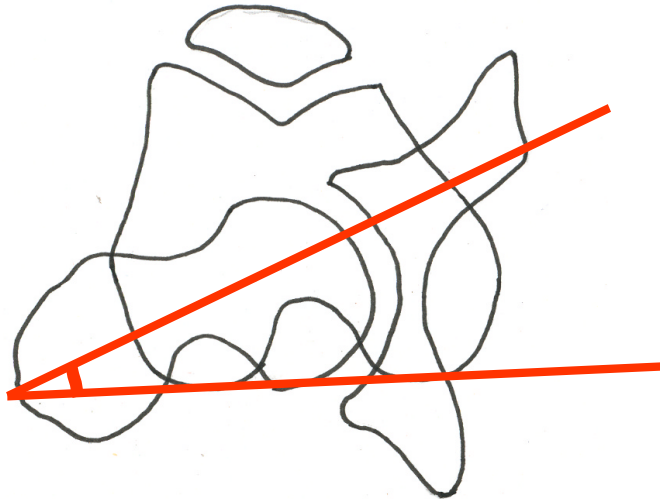


Figura 38. Medició de l'anteversió femoral.

- Torsió tibial externa: torsió de la tíbia que s'obté després de superposar l'eix d'orientació posterior de l'epifisi tibial i l'eix bimal.leolar (graus) (N: 20-35°) (*TTE*) (Figura 39).

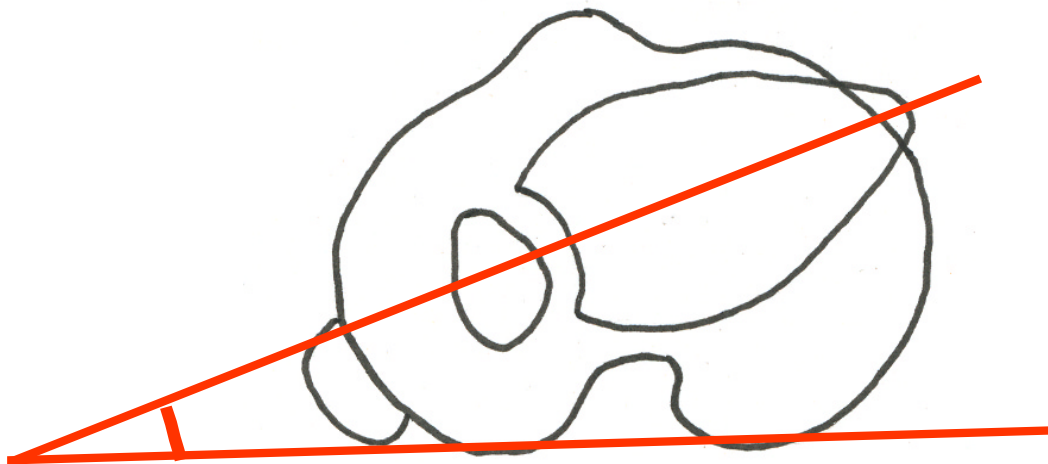


Figura 39. Medició de la torsió tibial externa.

- Torsió del genoll: torsió entre el fèmur distal i la tibia proximal i s'obté després de superposar l'eix bicondili posterior i l'eix d'orientació posterior de l'epífisi tibial (graus) (N: 4.4°) (*TORGEN*) (Figura 40).

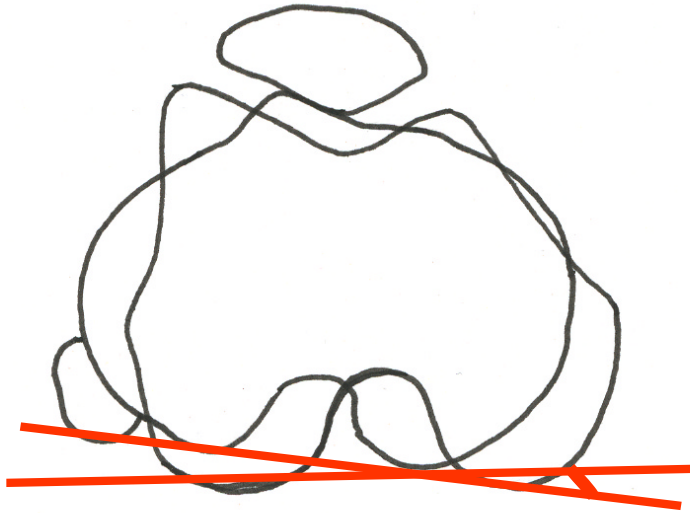


Figura 40. Medició de la torsió del genoll.

- TAGT: “tuberosité antier gouttiere trochléanne”, distància obtinguda després de superposar els talls troclears i el tall realitzat a nivell de la tuberositat anterior de la tibia. Dos punts indiquen el fons del solc troclear i el centre de la tuberositat, projectant-se perpendicularment sobre la línia bicondília posterior. Cal tenir en compte el factor de magnificació, ja que s'ha mesurat com una distància i no com a angle (mm) (N: 11mm +/-10mm aprox) (*TAGT*) (Figura 41).

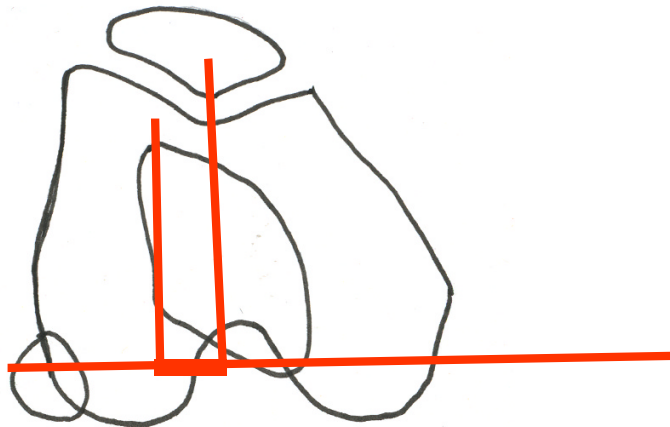


Figura 41. Medició de la TAGT.

- Angle còndil-mal.leolar: Torsió que hi ha entre el fèmur distal i el turmell. S'obté després de superposar l'eix bicondili posterior i l'eix bimal.leolar. (graus) (N: 39°) (*ACMAL*) (Figura 42).

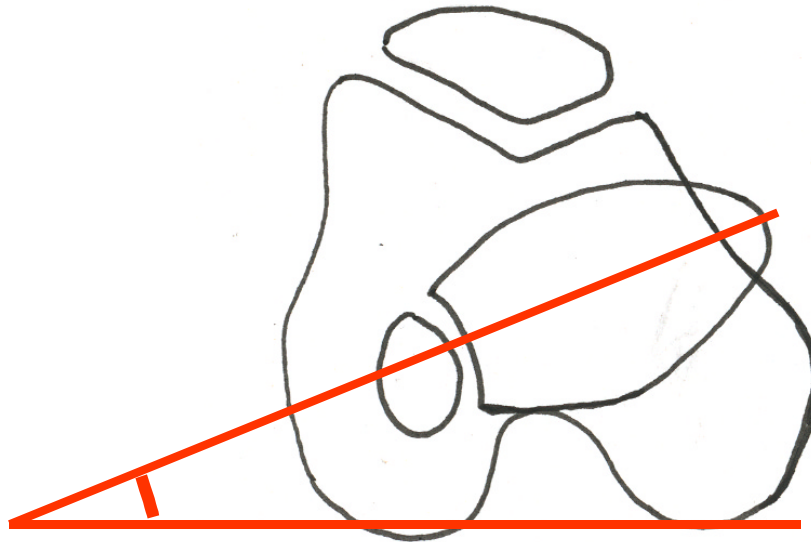


Figura 42. Medició de l'angle còndil-mal.leolar.

- Detorsió submal.leolar: torsió interna que hi ha al turmell (eix bimal.leolar) respecte el tercer metatarsià del peu (graus) (N: 9+/-6°) (*DSMAL*) (Figura 43).

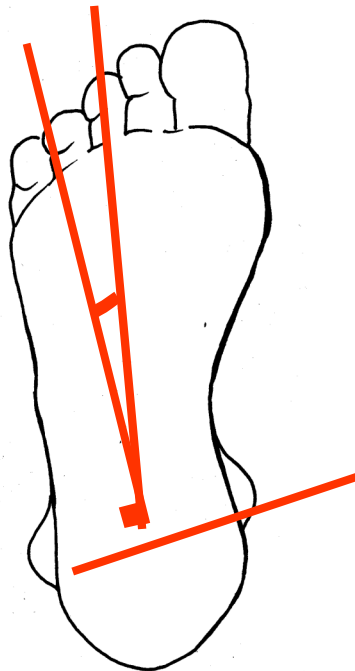


Figura 43. Medició de la detorsió submal.leolar.

- Bàscula rotuliana: mesurada del tall de la meitat de la ròtula, és l'angle format per l'eix transversal de la ròtula i la línia bicondílvia posterior (graus) (N: 10° +/- . Patològic si $>20^\circ$) (*BASROT*) (Figura 44).

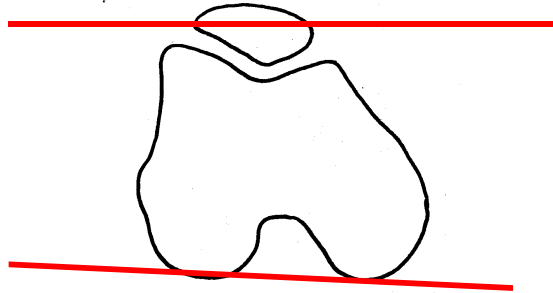


Figura 44. Medició de la bàscula rotuliana.

- Subluxació externa rotuliana: mesura la traslació externa de la ròtula. La mesura es realitza traçant la bisectriu de l'angle d'obertura troclear i comparant-lo amb la línia que uneix la cresta de la ròtula amb l'espai intercondilar (graus) (*LEROT*) (Figura 45).

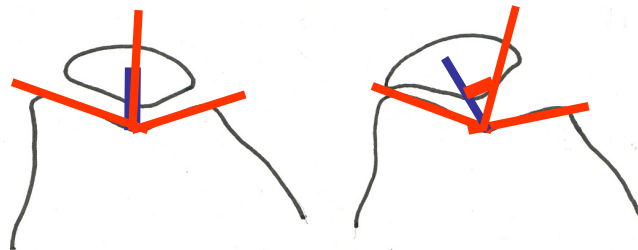


Figura 45. Medició de la subluxació externa rotuliana.

- Angle obertura troclear: mesura l'angle entre els dos vessants del fèmur distal (graus) (N: 150°) (AAPTR) (Figura 46).

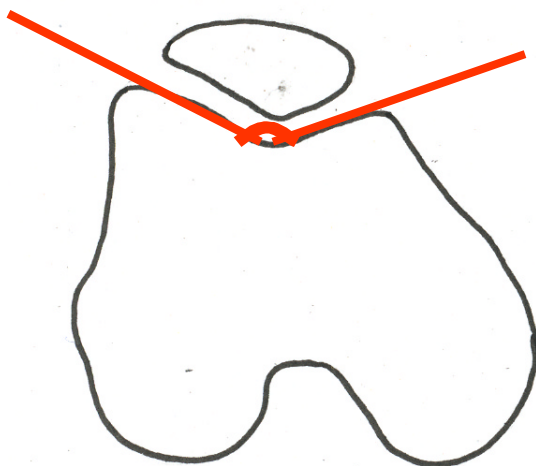


Figura 46. Medició de l'angle d'obertura troclear.

4. ESTADÍSTICA

4.1. Introducció

Aquest estudi és descriptiu i retrospectiu. Es considera que no hi ha hagut biaix (error sistemàtic) ni de selecció (les mostres són representatives de la població estudiada) ni de seguiment (les pèrdues són per raons alienes a l'estudi, com la distància geogràfica o per problemes en localitzar l'adreça o telèfon actual) ni d'informació (les mesures s'han realitzat mitjançant tècniques d'emascarament i amb una sensibilitat i especificitat d'acord amb les variables mesurades).

L'estudi estadístic es va realitzar mitjançant el programa SPSS versió 9.0, utilitzant els mòduls BASE, ADVANCED STATISTICS i PROFESSIONAL STATISTICS. Les anàlisis dels Components Principals es va fer mitjançant el paquet estadístic SPAD (*Système Portable pour l'analyse des données*) versió 5.0.

4.2. Fonament de les anàlisis descriptives (univariants i bivariants)

Les variables quantitatives han estat avaluades, en un primer moment, a partir de la mitjana i la desviació estàndard, i les variables qualitatives mitjançant taules de contingència i definició de les freqüències de cada grup. La representació gràfica de les variables s'ha fet, bàsicament, amb els gràfics tipus caixa (boxplot) en les quantitatives i diagrames de freqüències per les qualitatives.

Per tal d'analitzar les variacions d'una mateixa variable quantitativa en dos moments diferents (abans i després de la cirurgia) s'ha fet servir la *t* d'Student per a dades aparellades, indicant la significació i l'interval de confiança per a poder mesurar la magnitud de la diferència. El nivell de significació considerat ha estat de $p < 0.05$. Per a comprovar la significació de les diferències de les proporcions independents s'ha fet servir la χ^2 i per a les mostres aparellades dicotòmiques la prova de Mc Nemar. En cas que no es complissin les condicions d'aplicació, s'ha aplicat la prova exacta de Fisher.

4.3. Fonament de les anàlisis de Regressió Logística Múltiple

L'objectiu d'aquest punt és valorar la relació entre el factor d'estudi (variable independent) i la resposta (variable dependent), més concretament la relació entre les diferents variables i els bons i mals resultats. En aquest tipus d'estudi és molt important contemplar totes aquelles variables secundàries que poden emascarar la relació entre les variables independents i les dependents. L'anàlisi mitjançant els models de regressió múltiple (regressió logística

múltiple) ens permet reduir el biaix, introduint les variables modificadores d'efecte i les variables de confusió (totes dues anomenades també variables modificadores, M).

Per tal de modelitzar una interacció cal que una part del coeficient de l'exposició (X) depengui de la variable modificadora (M). Això es pot fer, substituint el coeficient β del model sense interacció:

$$Y = \alpha + \beta X + \gamma M + \varepsilon$$

El següent coeficient té una part constant (β) que sols depèn de X i una part proporcional (δM) al valor de la variable modificadora M:

$$Y = \alpha + (\beta + \delta M) X + \gamma M + \varepsilon$$

Desenvolupant el producte s'obté el següent model:

$$Y = \alpha + \beta X + \gamma M + \delta MX + \varepsilon$$

que conté, a més, el terme per a controlar la confusió (γM) i un terme multiplicatiu format per la variable XM, que s'obté multiplicant la variable exposició (X) per la variable modificadora (M).

En resum, per tal de comprovar l'existència d'una interacció, és suficient crear aquesta nova variable XM, introduir-la en el model de regressió i comprovar si és estadísticament significativa.

Per a construir un model de regressió amb propòsit descriptiu cal eliminar les variables que aporten informació redundant i, així, identificar el grup més reduït possible de variables predictores que permetin explicar, en funció de les nostres dades, de quina manera té lloc la variació de la variable dependent (resposta). L'objectiu és explicar la màxima variabilitat de Y amb la màxima *parsimònia* possible. El criteri de selecció matemàtic del subconjunt de variables es centrarà en minimitzar la suma de quadrats residuals (SCE). Segons el límit que hem establert per acceptar variables amb una p inferior a un cert valor, entraran o no en la subrutina per calcular la fórmula òptima (en el nostre cas hem acceptat una $p < 0.1$) (104, 105, 106).

4.4. Fonament de les Anàlisis de Components Múltiples

4.4.1. Introducció

Des de fa una trentena d'anys, els mètodes d'anàlisi de dades han provat àmpliament la seva eficàcia en l'estudi de grans masses complexes d'informació. Es tracta de mètodes anomenats *multidimensionals*, per oposició

als mètodes d'estadística descriptiva, que no tracten més d'una o dues variables a la vegada. Actualment, aquests mètodes s'emmarquen dins l'anomenat *Data Mining* (mineria de dades). Per tant, permeten confrontar nombroses informacions, procés que és més ric que una anàlisi separada. Les representacions simplificades de grans taules de dades que aquests mètodes permeten obtenir, s'han manifestat com un instrument de síntesi notable. Extreuen les tendències més destacades de les dades, les jerarquitzen i n'eliminen els efectes marginals o puntuals que pertorben la percepció global dels fets.

Les anàlisis factorials ocupen un lloc primordial entre els mètodes d'anàlisi de dades i s'utilitzen conjuntament amb mètodes de classificació. Depenent del tipus de dades es diferencia entre diverses anàlisis factorials: L'Anàlisi de Components Principals (ACP) que analitza taules que creuen individus i variables numèriques; L'Anàlisi de Correspondències múltiples (ACM) que s'aplica a taules de variables qualitatives codificades.

El principi d'aquests mètodes factorials és únic: construir núvols d'individus o variables sobre un espai de dimensionalitat reduïda. Aquestes noves coordenades sintètiques són utilitzades a posteriori per a realitzar les classificacions d'individus o variables (107, 108).

4.4.2.- Anàlisis factorials descriptives

Suposem que tenim una matriu que conté K variables mesurades sobre I individus (Figura 47).

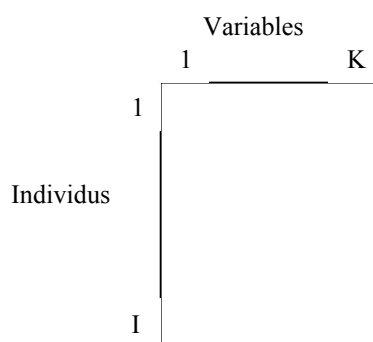


Figura 47. teoria de les anàlisis factorials descriptives (I).

Per a representar gràficament la informació recollida en l'anterior matriu necessitariem inspeccionar els I individus en K dimensions, el que resulta evidentment impossible. A més, usualment, les variables contingudes en la matriu estan altament correlacionades.

Les anàlisis factorials creen unes noves variables, anomenades eixos factorials, amb la restricció que aquests siguin ortogonals, és a dir, que les noves variables no estiguin correlacionades. A més, es maximitza la informació projectada en cadascun dels eixos, que en estadística s'anomena *variància o inèrcia conservada*. Cadascun dels eixos factorials se l'associa amb un valor propi, que mesura la quantitat d'inèrcia projectada en l'eix. Aleshores, és usual que amb un subgrup R d'eixos factorials tinguem una representació de qualitat. Normalment, s'utilitza el criteri de cercar un espai que ens representi almenys el 80% de la inèrcia inicial. D'aquesta forma, passem a tenir una segona matriu: (Figura 48).

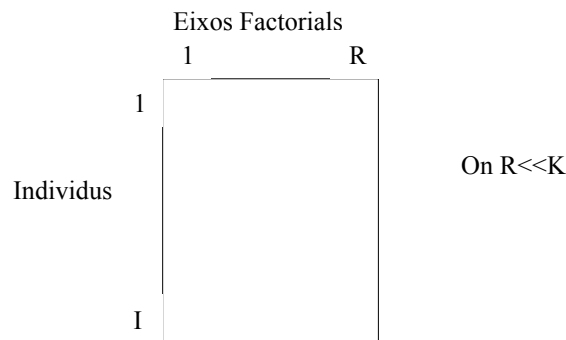


Figura 48. teoria de les anàlisis factorials descriptives (II).

La forma de mesurar la inèrcia conservada és mitjançant els valors propis de la diagonalització de la matriu de variàncies-covariàncies. En aquesta diagonalització, cada eix factorial s'associa a un valor propi de forma que tenim que la inèrcia projectada en l'espai R-dimensional respon a:

$$\text{Inèrcia conservada} = \frac{\sum_{j=1}^R \lambda_j}{\sum_{j=1}^K \lambda_j} \quad \text{on } \lambda_j \text{ representa el valor propi associat a l'eix factorial } j$$

Si multipliquem aquesta mesura per 100, podem interpretar el resultat com el percentatge de variabilitat conservat en el nou espai.

Tant en l'anàlisi de components principals com en l'anàlisi de correspondències múltiples, la base del mètode és l'anterior. L'única diferència rau en el disseny de la matriu inicial.

4.4.3. Alogrismes de classificació

Per a classificar els individus en grups homogenis, pel que fa a les variables en estudi, resulta interessant utilitzar dos algorismes de forma seqüencial. L'algorisme de classificació jeràrquica ens permetrà discernir el nombre de grups d'individus en què es dividirà la població. En un segon lloc, l'algorisme de k-means (k-mitjanes) ens permetrà consolidar i optimitzar la tipologia creada.

4.4.3.1. La Classificació jeràrquica

Aquest algorisme efectua la classificació jeràrquica d'un conjunt d'individus caracteritzats per un conjunt d'eixos factorials, creats per una anàlisi factorial. S'utilitza el *criteri de Ward*, com criteri d'associació. L'arbre d'agregació creat (o dendograma) és l'eina visual per analitzar la partició iterativa dels individus.

Una mesura de la qualitat de les particions són els índexs de nivell, que poden ser d'ajuda per decidir la millor partició.

4.4.3.2. L'algorisme de k-means

Aquest algorisme construeix una partició a partir de tallar l'arbre jeràrquic en un cert nombre de grups. Aquesta consolidació es realitza mitjançant un algorisme iteratiu en el qual cada passa compara la inèrcia *entre-classes* amb la inèrcia *intra-classes*.

A posteriori, es poden determinar quins són els parangons, definits com individus que, tot i pertanyent a una classe, el seu perfil està allunyat del perfil mitjà de la classe. Aquests es defineixen a partir de la distància de khi-quadrat.

4.4.4. Caracterització d'una tipologia o partició

Un cop definida una partició sobre un conjunt de l individus en k grups, interessa poder caracteritzar la tipologia creada, és a dir, fer una descripció del perfil de cadascun dels grups a partir de les variables que han definit l'anàlisi factorial, o bé d'altres variables presents a la base de dades, anomenades *variables il·lustratives* (dades socioeconòmiques, ...)

Podem caracteritzar un grup d'individus d'una partició tant per una variable contínua com per una variable nominal. En el primer cas, compararem la mitjana que tenen els individus del grup respecte la mitjana global de tots els individus. En el segon cas, compararem el percentatge d'individus del grup que contenen una determinada característica respecte el percentatge d'individus de la mostra que contenen la característica en qüestió.

Per dur a terme aquesta caracterització es realitzen tests múltiples, efectuant comparacions. Els tests aporten un nivell de significació o *p-valor* que, en cas de ser menor a 0.05, concluirem que existeixen diferències entre ambdós percentatges o mitjanes, amb el que deduirem que es tracta d'un tret diferencial del grup respecte de la resta d'individus (107, 108).

4.5. Fonaments de la fórmula

En aquest apartat s'ha estudiat la manera de trobar una fórmula que ens determina la correcció tant en el pla frontal com en el transversal, segons l'angulació en dos plans de l'espai de l'osteotomia i una certa torsió aplicada. L'evolució del raonament seguit s'exposa íntegrament a l'apartat de resultats. El model utilitzat ha estat el d'un cilindre que pretén ser un model simplificat de la tibia, i que després de l'osteotomia rota al voltant de l'eix central tot generant un conus.

Les passes dutes a terme per desenvolupar i estudiar la fórmula matemàtica han estat l'estudi de la torsió en el model del cilindre i, a continuació, la creació del model informàtic de l'osteotomia realitzada. El tercer punt ha estat analitzar les limitacions de la fórmula.